

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1907-1908

N° 15

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DE
L'ACTION DES RAYONS X
SUR L'ŒIL EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 9 décembre 1907

PAR

Georges-Hippolyte BELLEY,

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Né à Châlons-sur-Marne (Marne) le 30 Janvier 1885

Examineurs de la Thèse	{	MM. BERGONIÉ, professeur.....	<i>Président.</i>
		COÛNE, professeur.....	} <i>Juges.</i>
		LAGRANGE, agrégé.....	
		CAVALIÉ, agrégé.....	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'Enseignement médical

BORDEAUX

G. GOUNOUILHOU, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

9-11, RUE GUIRAUDE, 9-11

1907



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1907-1908

N° 15

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DE
L'ACTION DES RAYONS X
SUR L'ŒIL EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 9 décembre 1907

PAR

Georges-Hippolyte BELLEY,

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Né à Châlons-sur-Marne (Marne) le 30 Janvier 1885



Examineurs de la Thèse

MM. BERGONIE, professeur.....	Président.
COÏNE, professeur.....	Juges.
LAGRANGE, agrégé.....	
CAVALIÉ, agrégé.....	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'Enseignement médical

BORDEAUX

G. GOUNOUILHOU, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

9-11, RUE GUIRAUDE, 9-11

1907

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. PITRES, doyen; M. DE NABIAS, doyen honoraire.

PROFESSEURS :

MM. DUPUY } Professeurs honoraires.
MASSE }

MM.		MM.
Clinique interne	{ PICOT. PITRES.	Physique biologique et électricité médicale. BERGONIE.
Clinique externe.	{ DEMONS. LANELONGUE	Chimie BLAREZ.
Pathologie et thérapeu- tique générales.	VERGELY.	Histoire naturelle GUILLAUD.
Thérapeutique.	ARNOZAN.	Pharmacie DUPOUY.
Médecine opératoire	VILLAR.	Matière médicale. DE NABIAS
Clinique d'accouchements.	LEFOUR.	Médecine expérimentale FERRÉ.
Anatomie pathologique.	COÛNE.	Clinique ophtalmologique. BADAL.
Anatomie	GENTES (chargé).	Clinique chirurgicale in- fantile et orthopédie. DENUGÉ.
Anatomie générale et histologie.	VIAULT.	Clinique gynécologique BOURSIER.
Physiologie	JOLYET.	Clinique médicale des maladies des enfants MOUSSOUS.
Hygiène.	LAYET.	Chimie biologique DENIGES.
Médecine légale	LANDE.	Physique pharmaceutique SIGALAS.
		Pathologie exotique LE DANTEG.

PROFESSEURS ADJOINTS :

Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	MM. DUBREUILH
Clinique des maladies des voies urinaires.	POUSSON.
Clinique des maladies du larynx, des oreilles et du nez	MOURE.
Clinique des maladies mentales	RÉGIS.

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

SECTION DE MÉDECINE (*Pathologie interne et Médecine légale.*)

MM. MONGOUR.	MM. ABADIE.
CABANNES.	CRUCHET.
VERGER.	

SECTION DE CHIRURGIE ET ACCOUCHEMENTS

Pathologie externe. {	MM. BÉGOUIN.	Accouchements. {	MM. ANDÉRODIAS.
	VENOT.		PERY.
	GUYOT.		

SECTION DES SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Anatomie	{ MM. GENTES.	Physiologie	MM. GAUTRELET.
	CAVALIÉ.	Histoire naturelle. {	BEILLE.
			MANDOUL.

SECTION DES SCIENCES PHYSIQUES

Chimie	M. BENECH. — Pharmacie	{	MM. BARTHE.
			LABAT.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

Pathologie interne.	MM. RONDOT.
Accouchements.	PERY.
Physiologie.	GAUTRELET
Ophtalmologie.	LAGRANGE
Clinique dentaire.	CAVALIÉ.

Le Secrétaire de la Faculté : LEMAIRE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MA MÈRE ET A MON PÈRE

A MA FIANCÉE

A MES FRÈRES

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MES MAITRES

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR BERGONIÉ

INTRODUCTION

En juin 1905, MM. Tribondeau et Récamier firent, à la Réunion biologique de Bordeaux, une communication sur les altérations des yeux d'un chat nouveau-né par röntgenisation.

Lorsque ce sujet de thèse nous fut proposé, il nous parut d'autant plus intéressant à traiter que, dans toute la bibliographie ayant trait à l'action biologique des rayons X, nous n'avons rien trouvé qui se rapportât à cette question. Les quelques expériences entreprises sur l'œil avaient toutes trait à l'animal adulte, et les résultats obtenus étaient bien différents.

Nous avons donc repris, depuis plus d'un an, dans le laboratoire de M. le Prof. Bergonié, avec M. le Dr Tribondeau, l'étude de l'action des rayons X sur des yeux d'animaux en voie de développement. Les résultats obtenus sur dix sujets ont déjà fait l'objet de courtes communications à la Réunion biologique de Bordeaux, en juillet 1907, dans le but de prendre date.

M. le Prof. Bergonié nous a ouvert tout grand son laboratoire, nous a prodigué ses conseils et ses encouragements, et, grâce à lui, nous avons mené à bonne fin notre entreprise. Il nous fait aujourd'hui le très grand honneur de présider notre thèse. C'est une nouvelle marque de sympathie qu'il nous donne, un droit de plus qu'il acquiert à notre respectueuse reconnaissance.

Notre travail est divisé en cinq chapitres :

- I. *Technique générale.*
 - II. *Quelques notions succinctes sur l'œil du chat.*
 - III. *Relation des expériences.*
 - IV. *Résultat des expériences; description synthétique raisonnée des lésions röntgeniennes de l'œil.*
 - V. *Considérations diverses basées sur nos expériences.*
-

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE L'ACTION DES RAYONS X

SUR L'OEIL EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

CHAPITRE PREMIER

TECHNIQUE GÉNÉRALE

Technique des expériences. — Nos expériences ont toutes été pratiquées sur le chat nouveau-né. Si nous avons choisi cet animal, c'est d'abord parce que la première étude de l'action des rayons X sur l'œil avait été faite par Tribondeau et Récamier sur un jeune chat. Pour en contrôler les résultats et, comme nous l'espérions, les compléter, nous devions nous placer dans des conditions identiques, et en particulier nous servir du même sujet. Tribondeau et Récamier, quand ils s'adressèrent au chat pour leur recherche originale, étaient simplement guidés par le désir d'agir sur un œil dont la rétine fût incomplètement développée à la naissance; les recherches histologiques antérieures de l'un d'eux leur désignaient tout naturellement cet animal. A bien d'autres points de vue, ils trouvèrent dans le chat nouveau-né un sujet très commode. C'est en raison de ces avantages généraux, qu'Hudellet s'adressa ensuite au chat pour une étude toute différente : celle de l'action des rayons X sur le foie. Nous

les avons, nous aussi, vivement appréciés. Sans les énumérer tous, les suivants suffisent amplement à justifier notre choix. D'abord, il est assez facile de se procurer des jeunes chats. Les portées sont nombreuses; par suite, on peut opérer à la fois sur des sujets de même âge et placés dans des conditions aussi identiques que possible. Ces animaux sont très résistants; ils supportent assez bien le froid et ne réclament que peu de soins. On peut les enlever à la mère aussi souvent qu'il est nécessaire, sans qu'elle les abandonne (les lapines délaissent les petits qu'on leur ramène ou bien les tuent); une chatte accepte très facilement de nourrir d'autres petits que les siens. Enfin, les jeunes chats sont d'un volume convenable et aisément maniables.

Le mode de contention est des plus importants. Primitivement, nous enveloppions le corps de l'animal dans une serviette, le fixions sur une planchette et posions sur la tête de l'animal un diaphragme de plomb perforé d'une ouverture correspondant à l'œil. Mais l'animal remuait, et une surveillance incessante n'était pas toujours suffisante pour assurer une bonne irradiation de la région oculaire. C'est ce qui nous arriva pour un de nos sujets qui, après une irradiation de quinze minutes de l'œil droit avec des rayons moyens, ne présenta qu'une radiodermite de la région sus-orbitaire sans aucune lésion oculaire.

Pour empêcher le chat de remuer, nous avons alors roulé le corps de l'animal, enveloppé comme précédemment d'une serviette, dans une lame de plomb qui engaine le cou sans le comprimer et forme une carapace empêchant les déplacements en totalité et les mouvements de rotation de la tête. Nous recouvrons alors celle-ci d'une autre lame de plomb, perforée juste au niveau de l'œil à exposer. Cette seconde lame est choisie assez grande de façon à pouvoir se rabattre sur la première et à parachever, grâce à son poids, l'immobilisation de la tête. Les plis qui existent à la base de cette sorte de capuchon de plomb permettent la circulation de l'air dans des conditions bien suffisantes. Jamais nous n'avons eu de déplacements de la zone exposée, par cette méthode.

Technique radiologique. — Pour nos expositions, nous avons employé, comme électromoteur, le transformateur industriel de d'Arsonval-Gaiffe muni de soupapes de Villard, étant donnée son alimentation par le courant alternatif de la ville à 45 périodes par minute. Un tube de Chabaud-Villard, soit à anticathode ordinaire, soit à anticathode refroidie, nous a fourni nos rayons X. Au circuit primaire : 50 à 55 volts, 3 ampères ; au circuit secondaire, le milliampèremètre de Gaiffe a oscillé entre $5/10$ de mA. et 1 mA. 2. Quant au voltage au secondaire, il a été évalué au moyen du voltmètre électrostatique de M. le Prof. Bergonié, qui indique, en même temps que le voltage, le numéro des rayons.

La distance contante de l'anticathode aux téguments fut de 10 centimètres. Le nombre des séances et leur durée, le temps total d'irradiation, la longueur de la période d'attente après l'exposition ont été intentionnellement variés.

Nous avons, pour nos expériences, employé trois sortes de rayons :

Rayons mous, correspondant aux numéros 2 et 3 du radiochromomètre de Benoist ; rayons moyens, correspondant aux degrés 5 et 6 de ce même instrument, et rayons durs dont le numéro variait de 7 à 9.

Technique histologique. — Nous obtenons par chloroformisation la mort de nos animaux. Leurs yeux sont alors immédiatement extirpés et plongés dans le liquide fixateur choisi.

Nous avons employé dans ce but tantôt le formol au $1/10^e$, tantôt le liquide de Telliesnisky au bichromate acétique. Après quelques minutes de séjour des pièces dans ces solutions, on en pratique les pesées, on en prend les mensurations, puis on les replonge dans leur fixateur respectif.

L'inclusion est faite à la paraffine après passage dans le xylol.

Pour l'étude de nos coupes, nous avons eu recours à différents procédés.

Les colorations par l'hémalun-éosine, l'hématoxyline ferrique-éosine, la méthode de Rabl-Regaud (hémalun-safranine) nous ont servi à l'étude générale de nos coupes.

Pour étudier le tissu conjonctif, nous avons employé les procédés de Dubreuil (safranine-picrobleu) et de Van Gieson.

L'étude de la névroglie nous a été facilitée par la technique simple de M. Sabrazès (Ziehl).

Enfin, pour la coloration des fibres nerveuses et cylindraxés, nous nous sommes servis du procédé de M. de Nabias, au chlorure d'or, et de la coloration par la thionine suivie d'un mordantage par le xylol phéniqué.

CHAPITRE II

QUELQUES NOTIONS SUCCINCTES SUR L'ŒIL DU CHAT

Paupières. — Les chats viennent au monde avec les yeux fermés, et ce n'est que le neuvième jour que, simultanément, les deux côtés commencent à s'ouvrir. La déhiscence débute du côté interne pour gagner très rapidement le côté temporal.

La durée de ce processus est d'environ vingt-quatre heures.

L'examen microscopique nous renseigne sur son mécanisme. L'on voit, en effet, sur des coupes à direction perpendiculaire à la fente palpébrale, que les deux paupières sont réunies l'une à l'autre par une sorte de ciment épithélial, dans la partie antérieure duquel se creuse un sillon horizontal qui s'approfondit peu à peu par destruction des cellules. Vers l'angle nasal, ce sillon antérieur s'enfonce dans la profondeur, tandis que la face postérieure des deux paupières reste à peu près rectiligne, sans nous montrer de sillon de destruction cellulaire.

Au neuvième jour, l'angle interne présente un pertuis d'abord très minime, puis plus considérable, atteignant rapidement les dimensions d'une tête d'épingle et par lequel s'écoule une gouttelette limpide de liquide conjonctival.

Rien à noter du côté des paupières elles-mêmes. La structure en est la même que chez l'adulte, et les bulbes pileux, grêles au début, croissent assez rapidement.

Cornée. — Ses dimensions sont proportionnelles à celles de la cornée du chat adulte. Au point de vue de sa structure, rien de particulier : elle nous présente un épithélium antérieur pavimenteux stratifié à quatre ou cinq assises cellulaires; rien à noter non plus du côté de la substance propre. La membrane de Descemet est, comme sur l'œil adulte, composée d'une seule rangée de cellules cubiques.

Iris. — Nous rapporterons simplement ce que M. le Dr Tribondeau a bien mis en évidence dans une communication à la Réunion biologique de Bordeaux.

« Les paupières sont aisément séparées au bistouri. L'iris, examiné dès qu'il est découvert, paraît d'autant plus large que l'animal est plus âgé. Le premier jour, il a ordinairement moins de 1 millimètre de largeur; le deuxième, un peu plus de 1 millimètre; il dépasse 2 millimètres au neuvième jour et 3 millimètres huit jours après.

» L'orifice pupillaire, étudié en pleine lumière, représente, les deux premiers jours, un large cercle (6 à 7 millimètres de diamètre), une ellipse de plus en plus étroite ensuite, une simple fente verticale chez l'adulte.

» L'œil réagit dès la naissance à la lumière, unilatéralement et bilatéralement. »

Nous ajouterons que l'iris possède déjà à l'ouverture des paupières du jeune animal la teinte jaune d'or de l'iris adulte, tandis que sa coloration est au contraire gris ardoisé sur l'animal âgé de quelques jours.

Cristallin. — Nous avons pu suivre d'une façon à peu près continue le développement macroscopique du cristallin sur les coupes médianes et sagittales des yeux non exposés de nos animaux tués à des âges différents, variant de huit jours à cinq mois.

Nous avons ainsi constaté que, le huitième jour après l'ouverture des paupières, les deux diamètres antéro-postérieur et vertical sont sensiblement égaux, le premier l'emportant cependant sur le second. A la fin du premier mois, nous avons une différence de 3/10^e de millimètre en faveur du diamètre vertical. La différence des deux diamètres va, à partir

de ce moment, en s'accroissant. Le cristallin, de globuleux qu'il était pendant tout le premier mois, devient de plus en plus grand dans son diamètre vertical. Au cinquante-deuxième jour, il mesure 3^{mm}4 dans le diamètre antéro-postérieur sur 5^{mm}6 de hauteur, tandis que, dans l'œil adulte, les dimensions de la lentille sont de 1 centimètre dans le diamètre vertical sur 6^{mm}5 dans le diamètre antéro-postérieur.

La structure du cristallin est la même dans l'œil jeune et adulte. Le dessin à la chambre claire n° 1 (p. 28) montre la disposition de la capsule, de l'épithélium antérieur, des fibres et des noyaux réfléchis mieux qu'une longue description.

Rétine. — De toutes les autres parties de l'œil, c'est la rétine qui, seule, mérite de nous arrêter.

Quelle est sa structure suivant l'âge de l'animal, quels sont les rapports dans leur développement de ses différentes couches; autant de points que nous allons brièvement indiquer.

En comparant entre elles des rétines de jeunes chats pris à des âges extrêmement variés, depuis le jour de leur naissance jusqu'à leur complet développement, nous avons vu tout d'abord que les différentes couches de cette membrane ne se trouvaient pas dans toute cette période de croissance au même degré de développement.

M. le Dr Tribondeau, contrairement à l'opinion émise par Max Schultze, a établi que la membrane de Jacob existait dans l'œil du chat nouveau-né, bien qu'à l'état rudimentaire. Il a constaté, en effet, au premier jour, que la limitante externe était hérissée de « petites saillies » implantées perpendiculairement à sa surface et n'ayant guère que 1 μ de hauteur. Cette même membrane, au troisième jour, a 2 μ d'épaisseur; vers le sixième jour, on voit apparaître sur certains bâtonnets deux segments, l'un interne, l'autre externe, de 2 μ chacun. Au neuvième jour, les segments externes sont plus nombreux; ils n'ont encore que 2 μ , le segment interne mesurant 3 μ environ. Les deux segments s'accroissent ensuite progressivement. Une semaine après l'ouverture des paupières, l'interne a 10 μ ; il ne dépasse pas cette taille; l'externe qui,

à la même époque, n'a que 6 μ , peut, chez l'adulte, atteindre 20 μ . » Notons en passant qu'au cinquième mois la membrane de Jacob a une épaisseur totale de 25 μ .

Ce qui frappe, quand on compare au microscope une rétine de chat adulte à celle d'un chat âgé d'un jour, c'est, chez ce dernier, la grande bande violette qui occupe à peu près toute l'épaisseur de la membrane et est limitée, à sa partie interne, par une seule couche rose semée en son milieu de noyaux violets. Dans l'œil adulte, au contraire, on voit deux bandes violettes assez larges, séparées par une couche rose ayant environ 20 μ d'épaisseur. On distingue alors très nettement les neuf couches classiques de la rétine.

Ceci est dû à la non-différenciation des couches de la rétine chez le jeune animal. Grains internes et grains externes sont confondus; la plexiforme externe n'existe point, ou plutôt est très difficilement visible, les grains internes et externes ont encore même aspect, et les deux granuleuses confondues semblent former les trois quarts de l'épaisseur totale de la rétine.

La différenciation des couches se produit plus tard rapidement. Elle existe déjà au seizième jour dans les portions voisines du nerf optique, mais cependant, vers l'ora serrata, la granuleuse externe est encore fusionnée avec la couche des grains internes. Au vingt-cinquième jour, par contre, la séparation des deux couches est très nette dans toute la rétine; les grains externes ont leurs caractères propres, ils sont arrondis, très colorés, avec des granulations violettes dans leur intérieur, tandis que les grains internes sont plus clairs et montrent un noyau avec nucléole bien net.

Dans la couche ganglionnaire, les grosses cellules multipolaires ne font guère leur apparition que vers le vingtième jour. Elles ont un large protoplasma clair à contours anguleux et un noyau possédant un nucléole et des granulations chromatiques très nettes. Elles sont rares, et les cellules rondes à protoplasme et noyau plus foncés, qui existaient seules au dixième jour, sont encore très nombreuses. Vers le cinquième mois, au contraire, la couche ganglionnaire est complètement formée, et les cellules qui s'y présentent ont

toutes l'aspect des cellules multipolaires que je viens de décrire.

Notons encore que la rétine a un développement centrifuge. Ce fait a son importance pour l'intelligence des malformations rétiniennes que nous décrirons plus loin.

Quant au globe de l'œil, ses dimensions suivent une progression croissante et rapide. Il nous suffit de savoir qu'il passe, en moyenne, de 7 millimètres dans son diamètre antéro-postérieur au premier jour, à 9 millimètres au troisième jour, pour atteindre le sixième jour 1 centimètre. Le seizième jour il nous présente 1 cm. 2 dans son même diamètre, le cinquante-deuxième 1 cm. 6, et au cinquième mois 1 cm. 7; il arrive enfin à 2 centimètres environ, dimension définitive.

Grâce à ces quelques notions d'anatomie, d'histologie et de développement, on trouvera, nous l'espérons, plus compréhensible et moins aride l'exposé de nos expériences.

CHAPITRE III

RELATION DES EXPÉRIENCES

§ I.

EXPÉRIENCES PRATIQUÉES AVEC DES RAYONS MOUS

Expérience n° I.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — Un chat nouveau-né fut, dès la vingtième heure, exposé une première fois aux rayons X pendant quinze minutes. Deux jours après, nouvelle et dernière séance de même durée. Rayons mous n^{os} 2 à 3. L'intensité fut de 5/10^e de m A.

OBSERVATION CLINIQUE. — L'animal fut gardé jusqu'au huitième jour révolu. A ce moment, la déhiscence des paupières n'était pas encore commencée. Il n'y avait aucune différence macroscopique entre le côté exposé et le côté sain.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — Du côté irradié, on notait seulement un sillon plus profond de l'épiderme, au niveau du point de soudure des paupières. La cloison épithéliale interpalpébrale était par suite moins épaisse d'avant en arrière. De plus, les cellules médianes de cette cloison avaient un protoplasma plus clair et des noyaux plus plats que du côté sain.

Partout ailleurs les deux yeux étaient identiques.

Expérience n° II.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — Le jeune chat était âgé de trois jours quand il fut soumis, pour la première fois, à l'action des rayons X. Un de ses yeux a été exposé à des rayons n^{os} 2 à 3 pen-

dant quarante-cinq minutes en trois séances espacées de deux en deux jours. L'intensité a été de 1 mA. à 1 mA. 5.

OBSERVATION CLINIQUE. — On n'a rien noté de particulier jusqu'au neuvième jour, époque de l'ouverture spontanée des paupières. Mais, à ce moment, l'œil exposé s'ouvrit un peu plus tôt que le gauche et garda son avance jusqu'à déhiscence complète. La différence, bien que sensible à l'examen, n'était pas supérieure à 1 mA. en faveur de l'œil exposé (O. N. = 3 millimètres; O. E. = 4 millimètres le dixième jour).

Dix jours après la première exposition, on observe un louché de la cornée du côté exposé, en même temps qu'une sécrétion conjonctivale muco-purulente, qui va ensuite en s'accroissant. Deux jours plus tard, la suppuration agglutine les cils et les rebords palpébraux; le matin, l'occlusion est complète, et ce n'est que dans la journée que l'œil s'entr'ouvre plus ou moins longtemps, tout en restant chassieux.

L'animal fut sacrifié à l'âge de seize jours. La conjonctivite était encore en pleine activité, et le trouble de la cornée n'avait pas disparu; les milieux profonds étaient par conséquent inaccessibles à l'exploration.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — Il existe une légère diminution du poids et du volume de l'œil exposé.

Poids.	{ O. N. . . 1 gr. 80
	{ O. E. . . 1 gr. 59
Diamètre antéro-postérieur. .	{ O. N. . . 1 cm. 08
	{ O. E. . . 1 cm.

En somme, microphthalmie à peine appréciable du côté exposé.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières.* — L'épithélium cutané est manifestement épaissi et d'une façon irrégulière. Le stratum muqueux n'est pas notablement infiltré par des cellules migratrices; le stratum granuleux participe par points avec la couche muqueuse à l'hyperplasie épithéliale; il existe à la surface de la peau un très grand nombre de cellules et de lamelles cornées desquamées.

Le substratum conjonctif de la paupière n'est pas modifié, si ce n'est du côté de la conjonctive où il est envahi par les leucocytes. Les poils, les glandes ont leurs caractères normaux. Les vaisseaux sont dilatés et gorgés de sang.

La conjonctive est très altérée. Elle est considérablement épaissie et criblée de polynucléaires. Les cellules migratrices se sont insinuées dans toute sa hauteur et forment à sa surface un enduit purulent. Dans son épaisseur, elles sont serrées sous forme de thèques entre les cellules épithéliales; mais, par endroits, elles ont détruit les éléments nobles et se sont creusé de véritables loges arrondies où elles sont groupées en plus ou moins grand nombre.

Cornée. — Il existe relativement peu de lésions décelables par l'examen microscopique. L'épithélium antérieur présente dans sa partie périphérique des cellules superficielles, comme érodées du côté libre, si bien que le bord antérieur de la membrane est hérissé de petites aspérités, alors que dans le reste de son étendue, il est parfaitement linéaire. Les noyaux de cet épithélium sont plus intensément colorés par l'hémalun que du côté sain; ils sont aussi plus plats, même dans la couche génératrice; ils sont fréquemment ratatinés, épineux. Les altérations nucléaires sont plus accentuées du côté du limbe, où maints noyaux sont picnotiques et en voie de désintégration; en même temps, on constate à ce niveau une légère infiltration leucocytaire.

La substance propre de la cornée contient de-ci de-là quelques polynucléaires dans les espaces interlamellaires.

Les limitantes et la couche épithéliale postérieure sont normales.

Cristallin. — Sur les coupes médianes antéro-postérieures, on se rend compte qu'il y a une très faible différence de volume entre les cristallins des deux yeux, en faveur de l'œil non exposé :

Diamètre antéro-postérieur. .	{	O. N. . .	5mm.5
		O. E. . .	5mm.
Diamètre vertical.	{	O. N. . .	4mm.5
		O. E. . .	4mm.

La capsule cristallinienne est normale.

L'épithélium du cristallin est peu altéré le long de la face antérieure de la lentille; on y constate simplement une diminution de volume assez notable des noyaux, et surtout leur aplatissement. Mais, à mesure qu'on s'éloigne de la zone pupillaire vers les parties rétro-iriennes, on voit des brèches de plus en plus longues apparaître dans l'assise épithéliale. On remarque d'abord quelques noyaux sautés, puis les intervalles entre les noyaux persistants atteignent 5, 10, 20 μ de longueur. Les noyaux qui, vers l'équateur du cristallin, plongent dans la lentille, ne sont pas modifiés; néanmoins, il y a parmi eux aussi quelques manquants, remplacés par une cavité claire.

La masse des fibres cristalliniennes est parfaitement intacte dans presque toute son étendue. Cependant, si on l'examine attentivement vers la zone équatoriale, on la voit se condenser par places sous forme de blocs sphériques plus colorés que le tissu environnant, séparés de ce tissu par une ligne claire; dans ces blocs, les fibres cristalliniennes sont peu distinctes. On trouve aussi, dans un certain nombre de préparations, des petites vésicules claires, arrondies, creusées dans la région équatoriale, et plus rarement et en plus petit nombre, derrière l'épithélium cristallinien.

Humeurs aqueuse et vitrée. — Normales.

Rétine. — Il n'existe aucune différence entre l'œil exposé et l'œil non exposé.

Autres membranes de l'œil. — La choroïde, l'iris, la sclérotique sont intacts.

Nerf optique. — Non modifié.

Expérience n° III.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — Le jeune animal avait deux jours révolus lors de la première irradiation; son œil droit a été exposé à des rayons mous (nos 3 à 4) pendant 45 minutes, en trois séances espacées de deux en deux jours, l'intensité a été de 1 mA.

OBSERVATION CLINIQUE. — L'œil exposé s'ouvre le neuvième jour, une dizaine d'heures avant l'autre; le lendemain l'on constate que sa fente palpébrale a 2 millimètres de plus que celle de l'œil normal. Le onzième jour, les paupières sont complètement séparées dans les deux yeux. Dès le lendemain, une sécrétion conjonctivale d'abord muqueuse, puis mucopurulente apparaît; les cils baignent dans une couche de pus liquide, tandis qu'entre les paupières, le pus s'est concrété et soude solidement entre eux les deux bords libres. Il faut tirer fortement sur les deux paupières à l'aide des deux pouces pour les séparer. L'opération est douloureuse, car l'animal se contorsionne vivement pour échapper; les efforts qu'il fait pour fermer les yeux, le gonflement des paupières, la présence d'un pus blanchâtre mal lié au-devant de la cornée empêchent tout examen ophtalmoscopique. L'œil ouvert artificiellement se referme rapidement par dessèchement du pus. Les jours suivants, jusqu'à la mort de l'animal, l'œil exposé est ainsi resté oclus et purulent. Entre temps, les poils des paupières, en particulier les cils, sont tombés; leur chute a commencé dès le douzième jour, le quinzième les paupières étaient absolument glabres. Le jour du sacrifice, il n'y avait pas encore de repousse.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — L'œil exposé présente une légère diminution de poids et de volume.

Poids.	{ O.N. . . 1 gr. 53
	{ O.E. . . 1 gr. 45
Diamètre antéro-postérieur . .	{ O.N. . . 9 mm. 3
	{ O.E. . . 9 mm.

En résumé, degré très faible de microphthalmie de l'œil irradié.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières.* — Les altérations de l'épithélium cutané présentent un degré de plus que dans le cas précédent. On trouve en effet, en outre des lésions décrites à propos

du cas II, des modifications accentuées des cellules malpighiennes médianes. Par endroits, leur noyau est à peine coloré, et leur corps cellulaire ratatiné est entouré d'un espace clair; en quelques points, ces cellules sont atypiques et leur noyau extrêmement volumineux et clair; enfin, sur certaines préparations, on note la disparition complète de certains noyaux dont la place est marquée par une vacuole.

La couche desquamante est très épaisse.

Le substratum conjonctif est densifié. Le squelette fibreux de la paupière est formé d'un tissu fibreux fasciculé compact; les follicules pileux n'existent qu'à l'état de vestiges intra-dermiques; ils apparaissent seulement vers la région sourcilière. Les fibres de l'orbiculaire n'ont pas été atteintes par le processus de sclérose; elles paraissent saines. Les glandes de Meibomius au contraire sont fractionnées en petits îlots par le tissu conjonctif; leurs cellules plus petites ont un protoplasme plus sombre.

Notre description des lésions de la conjonctive dans le cas II s'applique exactement à l'observation actuelle.

Cornée. — Lésions de même ordre que dans l'observation II, mais un peu plus accentuées: les noyaux de la germinative sont plus plats, plus irréguliers; il en manque quelques-uns à la rangée qui paraît discontinue; l'infiltration du limbe est plus manifeste.

Le reste de la cornée ne présente pas la moindre altération, il n'y a pas ici de polynucléaires entre les lames cornéennes.

Cristallin. — Voici les dimensions du cristallin prises sur des coupes sagittales. Elles montrent une légère différence dans ses diamètres en faveur du cristallin normal.

Diamètre antéro-postérieur. .	{	O.N. . .	3 mm. 5
		O.E. . .	3 mm. 2
Diamètre vertical.	{	O.N. . .	3 mm. 7
		O.E. . .	3 mm. 3

La capsule cristallinienne est légèrement épaissie (8 μ). On remarque, dans la zone pupillaire de l'épithélium antérieur, quelques manques cellulaires; mais c'est au niveau de l'équateur que les lésions sont très accentuées, souvent encore plus nettes que dans l'observation II. Leur degré est d'ailleurs différent suivant les points de l'équateur. C'est ainsi par exemple que, sur une préparation prise au hasard, nous avons à une extrémité de la coupe du cristallin des intervalles rares entre les cellules, atteignant au maximum 150 μ , à l'autre extrémité nous comptons en allant de la zone de réflexion des noyaux vers la face antérieure six larges manques successifs séparés par des fragments d'épithélium conservé de longueur variable: 1^o brèche de 86 μ de long suivie de 4 noyaux; 2^o nouvel intervalle de 85 μ , puis un noyau; 3^o derechef un vide de 130 μ ,

puis 7 noyaux ; 4° et 5° deux nouveaux manques de 93 μ . chacun, séparés par 5 cellules et 6°, enfin, un intervalle de 171 μ . Les noyaux persistants sont très foncés ; petits, à contours irréguliers et épineux ; certains même paraissent s'effriter. Les noyaux plongeants sont gonflés, et présentent une tendance très marquée à s'arrondir (15 μ $\times$ 8 μ).

Les lésions des fibres cristalliniennes sont localisées à la région équatoriale. Elles sont à ce niveau gonflées (14 μ d'épaisseur au lieu de 5 μ 8 du côté normal). Leur contenu est finement granuleux. Vacuoles rares et petites distribuées comme dans le cas II.

Humeur aqueuse. — Normale.

Humeur vitrée. — La membrane hyaloïde est nettement épaissie, et il en part des tractus fibreux qui s'enfoncent dans le vitré.

Rétine. — Bien qu'elle semble un peu moins épaisse, dans son ensemble, que du côté sain, la rétine irradiée nous montre une différenciation aussi étendue en surface et un développement proportionnel très comparable des diverses couches. Fait capital : nous voyons chez cet animal débiter une altération déjà très nette, mais que nous retrouverons beaucoup plus avancée encore dans des yeux röntgenisés plus fortement.

Si nous examinons en particulier la couche des grains externes (qui à cet âge est prépondérante), nous voyons qu'elle forme à sa partie postérieure une bande violette à limites linéaires parfaitement régulières, bordés en dehors par la palissade des cônes et des bâtonnets, en dedans par le feutrage de la granuleuse externe. Quand on s'avance vers l'*ora serrata*, cette bande violette change bientôt d'aspect et forme une quantité considérable de dépressions en doigts de gant s'enfonçant vers la granuleuse interne, au contact de laquelle elles se terminent en cul-de-sac. Ces invaginations, d'abord volumineuses, deviennent plus petites, mais aussi beaucoup plus nombreuses et serrées à mesure qu'on s'approche de la région irienne. On en compte en tout, sur une coupe environ une cinquantaine depuis le nerf optique jusqu'à l'iris. La membrane de Jacob suit les sinuosités de la granuleuse. Elle pénètre dans chacune des dépressions formées par cette couche et tapisse son cul-de-sac terminal, en sorte qu'elles ont l'aspect de petits tubes glandulaires à parois ciliées. Il s'en faut que toutes ces formations soient absolument semblables entre elles et possèdent l'aspect schématique ci-dessus décrit. Suivant les caprices de leur orientation par rapport au rasoir, elles dessinent : 1° ou bien des tubes caractéristiques ouverts en dehors et tapissés dans toute leur étendue par la membrane de Jacob ; 2° ou bien des culs-de-sac à parois ciliées, mais paraissant réunis à la surface par des pédicules cellulaires pleins (coupe oblique n'intéressant en dehors que la paroi granuleuse des tubes). La couche plexiforme externe disparaît complètement au niveau de chacun des culs-de-sac ci-dessus décrits. Tantôt, en effet, elle n'est plus représentée que par une mince

ligne rose, tantôt les grains externes sont contigus aux grains internes et se mêlent plus ou moins avec eux. Entre les culs-de-sac, au contraire, la plexiforme externe persiste, mais déformée, dessinant autant de petits coins roses à base dirigée vers le centre de l'œil qu'il y a d'espaces intertubulaires; de plus, elle est mal délimitée du côté profond, où les grains internes pénètrent dans son intérieur.

La granuleuse interne est hérissée en dehors de petites aspérités correspondant aux intervalles des invaginations de la granuleuse externe; mais sa limite profonde est, au contraire, presque circulaire, à peine ondulée.

La couche ganglionnaire et celle des fibres nerveuses ne sont pas sensiblement modifiées dans leur parallélisme par rapport à la coque fibreuse.

En somme, il y a une transformation très particulière consistant en une sorte de végétation de la couche granuleuse externe, entraînant à sa suite la membrane de Jacob. Il ne saurait s'agir d'un plissement banal de la rétine, car les couches profondes ne suivent pas le mouvement des couches superficielles, et d'ailleurs, dans l'œil non exposé, on ne retrouve nullement cette disposition.

Quant à la structure des éléments constitutifs des diverses couches, dont nous venons d'indiquer l'aspect et les rapports respectifs, elle n'est nullement modifiée. Les cellules, les noyaux, les fibres ont même aspect dans les deux yeux. Les cônes et les bâtonnets en particulier ont les mêmes dimensions des deux côtés.

Autres membranes de l'œil. — Il semble que dans l'iris du côté exposé les cellules pigmentaires soient en moins grand nombre que dans l'iris du côté sain.

Nerf optique. — Normal.

Expérience n° IV.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — La première séance des rayons X eut lieu le deuxième jour après la naissance de l'animal. Il en fut fait trois de quinze minutes chacune, espacées de deux jours en deux jours, soit en tout quarante-cinq minutes d'irradiation. Rayons mous n°s 2 à 3. Intensité 1 mA. à 1 mA. 5.

OBSERVATION CLINIQUE. — Les deux fentes palpébrales s'ouvrirent en même temps, et s'il y eut une différence entre la rapidité du processus dans les deux yeux, elle fut minime.

Quant aux phénomènes de conjonctivite, ils furent absolument identiques à ceux déjà mentionnés dans les deux observations précédentes : inutile d'y revenir. La seule différence, c'est que, dans le cas actuel, la période d'observation ayant été beaucoup plus longue, l'inflammation eut

le temps de se calmer et de disparaître presque entièrement. Les yeux se décollèrent, la cornée se détergea, et on put assez aisément examiner l'intérieur du globe oculaire.

Nous nous sommes aperçus alors que l'iris n'avait pas la même coloration des deux côtés. La membrane non exposée possédait déjà les belles teintes de l'œil du chat adulte : mince liséré noir à sa périphérie, puis large bande jaune comprise entre deux anneaux étroits bleu-vert, l'un excentrique, l'autre limitant l'orifice pupillaire. L'iris exposé était resté à peu près tel qu'on le trouve quand on sépare artificiellement les paupières du chat nouveau-né, avant le neuvième jour : d'une coloration ardoisée générale, tournant au gris foncé dans sa partie tout à fait périphérique. En résumé, les deux iris étaient pigmentés, mais l'évolution des teintes ne s'était pas produite dans l'œil exposé.

Ni l'éclairage oblique, ni l'ophtalmoscope ne nous permirent de rien trouver de particulier dans l'œil exposé, jusqu'au trente-neuvième jour. Il est vrai que nous n'avons pas eu, dans ce cas, recours à l'atropine et que, par suite, nous n'apercevions que la partie centrale du cristallin. Au trente-neuvième jour, nous constatons pour la première fois, un trouble de la lentille cristallinienne, sorte de buée blanchâtre occupant tout le champ pupillaire, et à travers laquelle le fond de l'œil apparaissait flou.

Notons encore qu'il y eut, comme dans les observations II et III, radiodermite des paupières et chute des poils. Mais au moment de l'autopsie, au quarante et unième jour après la naissance, les poils repoussaient manifestement, quoique encore rares et grêles. On remarquait surtout l'aspect glabre et lisse des rebords palpébraux, et l'absence des longs poils implantés normalement au niveau des sourcils.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — Ici encore, on peut s'assurer, d'après les pesées et les mensurations, qu'il y a une différence entre les deux yeux, et toujours dans le même sens :

Poids,	{ O. N. . . 1 gr. 64
	{ O. E. . . 1 gr. 44
Diamètre antéro-postérieur.	{ O. N. . . 1 cm. 24
	{ O. E. . . 1 cm. 19

Donc : microphthalmie légère.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières.* — Densification du squelette fibreux. Bulbes pileux atrophiés et rares, surtout vers le bord libre. Revêtement épithélial en apparence sain.

Cornée. — Le bord adhérent de l'épithélium antérieur est légèrement onduleux, comme s'il revêtait une paroi présentant à sa surface des papilles larges et très plates. Inutile d'insister sur ce fait que ce n'est là qu'une apparence, et, si la substance cornéenne est légèrement bosselée,

il ne s'agit nullement là de véritables papilles. On retrouve de plus les mêmes légères modifications dans l'aspect des noyaux que dans le cas III, mais moins accentuées.

Cristallin. — Légères différences dans les diamètres des cristallins sur une coupe médiane antéro-postérieure :

Diamètre antéro-postérieur.	{	O. N. . . 4 mm.
		O. E. . . 3 mm. 2
Diamètre vertical.	{	O. N. . . 5 mm. 5
		O. E. . . 5 mm. 1

La capsule cristalliniennne est à peine épaissie.

L'épithélium antérieur est discontinu dans sa partie équatoriale, absolument comme dans le cas III. Ses noyaux sont nettement plus petits et aplatis.

Le corps du cristallin présente au faible grossissement, sur une coupe antéro-postérieure, trois zones bien distinctes : une zone médiane, homogène; deux zones extrêmes creusées de larges cavités claires.

Au fort grossissement, on se rend compte que la zone médiane est à peu près complètement normale dans sa partie centrale où les fibres cristalliniennes sont bien visibles et reconnaissables. En avant et en arrière de ce nodule central, les fibres sont par endroits reconnaissables à leurs limites dessinées par une ligne rouge, mais elles sont très déformées : l'aspect denticulé de leurs bords a disparu; elles sont considérablement augmentées de volume et inégalement, ce qui leur donne une apparence variqueuse très particulière; leur contenu est d'un rose plus pâle, et souvent comme poussiéreux; enfin, sous la capsule, certains territoires ne contiennent plus de fibres visibles et sont couverts d'un semis serré de fines granulations; dans ces territoires sont disséminées, par groupes, de petites vacuoles claires.

Les zones extrêmes sont bien plus altérées. Elles sont creusées de nombreuses cavités, en général très volumineuses. Certaines de ces cavités sont vides sur la coupe. D'autres renferment des précipités granuleux. Un dernier groupe contient des masses arrondies fortement colorées par l'éosine; au centre de ces sphères, on trouve parfois un noyau altéré, picnotique. Autour de ces vacuoles, les fibres cristalliniennes sont plus ou moins endommagées : blocs densifiés (comme dans le cas II), fibres hypertrophiées et variqueuses, fibres granuleuses, champs granuleux (comme ceux décrits dans la zone médiane du cristallin dont nous parlons), peuvent voisiner, et dans des proportions très variables. Nos dessins à la chambre claire I et II permettent de se rendre un compte exact de ces lésions. Dans le dessin n° I, la masse des fibres cristalliniennes est normale; son homogénéité n'est troublée que par quelques craquelures accidentelles dues à l'inclusion. Dans le

dessin n° II, on reconnaît : des fibres hypertrophiques, des masses densifiées, des vacuoles et des champs granuleux. La coupe dessinée était relativement peu atteinte ; on y voit d'ailleurs beaucoup de fibres normales, et la plupart des noyaux plongeants sont conservés.

Nous l'avons choisie, parce qu'elle donne une bonne idée des lésions



DESSIN A LA CHAMBRE CLAIRE N° I.

Équateur du cristallin normal (face antérieure).

C, capsule régulièrement mince. E, épithélium formé par un rang ininterrompu de belles cellules cubiques perpendiculaires à la surface, et contenant du côté profond un noyau rond ou ovoïde. Z R, zone des noyaux réfléchis (N). Les fibres (F) sont normales. f, fentes dues à l'inclusion.

cristalliniennes à leur début : épithélium interrompu, fibres altérées, vacuoles.

Humeurs aqueuse et vitrée. — Normales.

Rétine. — Elle est aussi développée dans l'œil röntgénisé que dans l'œil sain. La seule différence consiste en une disposition spéciale des

couches externes de la membrane, analogue à celle décrite dans l'observation III. Mais, dans le cas présent, elle est encore plus manifeste, et s'étend à près des deux tiers antérieurs de la rétine. Dans toute cette étendue, le feuillet nerveux de l'œil ressemble étrangement à un faible grossissement, à une paroi glanduleuse, telle que l'estomac dans sa



DESSIN A LA CHAMBRE CLAIRE N° II.

Début de cataracte röntgénienne (équateur du cristallin).

La capsule (C) est épaissie. L'épithélium cristallinien (E) est transformé en cellules plates disposées sur un rang fréquemment interrompu. Dans la zone des noyaux réfléchis (Z R) quelques manques indiqués par la présence de petites vacuoles. Les fibres sont presque normales en F; Entre les noyaux plongeurs (N) et l'épithélium (E) elles sont très altérées : Fv, fibres variqueuses; Fc, fibres condensées; V, vacuoles; G, placard granuleux où on ne distingue plus de fibres. A noter en haut à droite une grosse fibre densifiée (contenant un gros noyau picnotique), en haut et à gauche une grosse vacuole avec sphère densifiée; f, fentes dues à l'inclusion.

région pylorique. Les invaginations de la granuleuse simulent absolument des glandes en tube, d'autant mieux qu'obliquement dirigées par rapport à la surface, et légèrement tortueuses, elles sont atteintes par le rasoir sous forme de segments superposés au nombre de deux, trois et même quatre. Au fort grossissement, ces segments sont constitués par

une couche de grains externes tapissée par la membrane striée de Jacob, exactement comme dans l'observation III. Les segments les plus externes sont reliés à la surface, ainsi que dans le cas précédent, soit par un goulot, soit par une trainée de grains externes. D'autres trainées de ces mêmes grains unissent aussi le plus souvent entre eux les segments profonds. Mais certaines de ces formations semblent absolument isolées d'avec leurs voisines, et entourées de toutes parts d'un plexus fibrillaire semé de grains internes. On ne peut s'empêcher de leur trouver aussitôt une ressemblance absolue avec les rosettes décrites par Wintersteiner dans le gliome de la rétine, et, par le fait, ces deux productions, dont la cause est si différente, ont même structure et même origine histologiques.

Autres membranes de l'œil. — Normales.

Nerf optique. — Identique dans les deux yeux.

§ II

EXPÉRIENCES
PRATIQUÉES AVEC DES RAYONS MOYENS

Expérience n° V.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — C'est le deuxième jour après la naissance que l'un des yeux de ce chat subit sa première séance de röntgenisation. Le temps total d'irradiation fut d'une demi-heure, en trois séances espacées de deux en deux jours. Rayons moyens (n^{os} 4 à 5 environ). L'intensité oscilla entre 8/10^e de mA et 1 mA.

OBSERVATION CLINIQUE. — Cette expérience, par les symptômes qu'elle a permis de noter, est un véritable complément à l'observation IV. Jusqu'au quarante et unième jour, elle lui est superposable : mêmes phénomènes de conjonctivite, de louche cornéen, de radiodermite, de retard dans la transformation des couleurs de l'iris. Mais ici, tous ces phénomènes purent être étudiés plus complètement, plus longtemps.

La teinte gris ardoisé de l'iris ne commença à se modifier que vers le quarante-cinquième jour. Du pigment vert, puis du pigment jaune firent leur apparition ; peu à peu, l'anneau jaune d'or s'élargit, et, finalement, il n'y eut plus de différence entre l'iris normal et l'iris exposé.

Malgré des examens répétés (mais sans instillation préalable d'atropine), les premiers signes de cataracte ne furent observés que le quarante-cinquième jour. La troisième image de Purkinje disparut. Le cristallin devint trouble. Sa coloration laiteuse augmenta progressivement, mais non d'une façon massive. L'examen à la lumière réfléchie permettait, en effet, de distinguer dans la lentille un grand nombre de petits flocons blancs séparés. A la longue, l'opacité devint totale dans le centre du champ pupillaire, et l'on ne vit plus de petites taches blanches distinctes que derrière l'iris. L'animal était alors complètement aveugle de l'œil exposé : il donnait de la tête sur les meubles ; il ne voyait pas les aliments qu'on lui présentait du côté röntgenisé ; son odorat seul l'avertissait de leur présence et, après quelques hésitations, il les trouvait grâce à son œil sain. Cependant, la sensibilité rétinienne n'était pas abolie, et si l'on dirigeait avec la loupe un faisceau lumineux sur l'œil malade, l'iris se contractait immédiatement avec énergie. Le tonus oculaire était identique des deux côtés.

Les poils, dont la radiodermite avait provoqué la chute, repoussèrent,

sauf dans les confins de la fente palpébrale, mais ils restèrent toujours plus clairsemés, plus grêles et moins longs que sur les paupières non exposées. Signalons en passant un fait intéressant. L'animal exposé possédait une fourrure complètement noire. Or, dans toute la zone tégumentaire frappée par les rayons X, les poils ont repoussé blancs. Au moment de la mort du sujet, cette zone tranchait encore par sa coloration différente, mais les poils avaient passé au gris et leur teinte était d'autant plus foncée qu'on se rapprochait de la peau ; il y avait donc un retour vers la pigmentation primitive.

A mesure que l'animal grandit, il fut possible d'observer une série

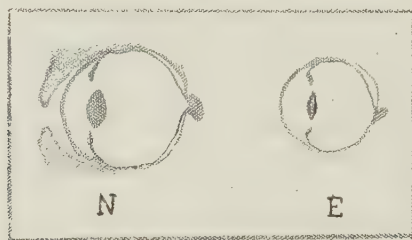


FIGURE N° I.

Coupe médiane antéro-postérieure des yeux d'un chat à l'âge de cinq mois.

N, œil normal.

E, œil exposé (dès le deuxième jour après la naissance, 30 minutes de rayons moyens, en 3 séances espacées de 2 en 2 jours, distance : 10 centimètres). Microphthalmie (E est environ moitié moins gros que N). Cataracte et atrophie du cristallin. Iris attiré vers le nerf optique ; chambre antérieure plus profonde.

d'aspects divers de la face du côté de l'œil röntgénisé. Le premier aspect était caractérisé par l'occlusion de l'œil, dû au dessèchement du pus entre les paupières, et par le gonflement des paupières : la face paraissait plus grosse de ce côté. Ensuite l'œil s'ouvrit, la conjonctivite disparut, les poils tombèrent : la face sembla alors plus petite de ce côté. Malgré la repousse ultérieure des poils, cette asymétrie a persisté, et le côté röntgénisé a paru désormais atrophié pour les trois raisons qui suivent. D'abord, les poils ont repoussé moins longs et moins épais ; ensuite le cadre osseux de l'orbite s'est moins bien développé que du côté sain, fait qui vient à l'appui des résultats obtenus par notre camarade et ami le Dr Récamier. Enfin, et c'est la raison qui nous intéresse le plus, l'évolution du globe et des paupières a été partiellement enrayée, par suite de phénomènes d'hypobiose tout à fait comparables à ceux déterminés par les rayons X sur l'os en voie de développement. Il y a donc eu microphthalmie : l'œil plus petit paraissant plus enfoncé dans l'orbite et soulevant moins les paupières en avant. Il y a eu aussi atrésie de la fente palpébrale, beaucoup plus étroite et moins longue que du côté sain.

A l'époque où la microphthalmie fut absolument évidente, soit vers la fin du deuxième mois, nous avons observé une modification très remarquable du diaphragme irien. Il devint peu à peu concave en avant, comme s'il était attiré vers le fond de l'œil par rétraction des milieux situés derrière lui (*fig. 1*). Il s'ensuivit que la chambre antérieure prit peu à peu une forme biconvexe, limitée qu'elle était par deux membranes dont les concavités se regardaient (cornée et iris). Malgré ces modifications, l'iris ne fut le siège d'aucune inflammation, il resta parfaitement mobile et l'ophtalmoscopie ne permettait de voir aucune synéchie, aucun dépôt de pigment sur la cristalloïde antérieure.

L'animal fut sacrifié à l'âge de cinq mois.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — La différence entre les deux yeux est considérable :

Poids	{ O.N. . 2 gr. 25.
	{ O.E. . 0 gr. 70.
Diamètre antéro-postérieur . .	{ O.N. . 1 cm. 70.
	{ O.E. . 1 cm. 15.

Microphthalmie très accentuée du côté exposé.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières*. — Sclérose du tissu conjonctif des paupières. Bulbes pileux en grand nombre, mais plus petits que du côté sain. Peau et conjonctive sensiblement normales.

Cornée. — Paraît saine.

Cristallin. — Le cristallin röntgenisé est beaucoup moins volumineux que le cristallin normal.

Diamètre antéro-postérieur . .	{ O. N. . 3 mm. 7.
	{ O. E. . 1 mm. 5.
Diamètre vertical	{ O. N. . 6 mm.
	{ O. E. . 3 mm 5.

Non seulement le cristallin est très atrophié, mais il est encore déformé, ratatiné. Son épaisseur, déjà très réduite au centre, comme il est facile de s'en assurer d'après les chiffres précédents, diminue brusquement lorsqu'on dirige son examen vers la zone équatoriale. Il en résulte que la lentille, au lieu d'être régulièrement biconvexe, est ventrue à son centre, mais qu'au delà ses faces décrivent une courbe convexe de plus grand rayon et par endroits même sont déprimées, concaves. De plus, ses extrémités sont franchement anguleuses, au lieu d'être émoussées; dans certaines coupes, elles se prolongent sous forme de deux languettes minces, onduleuses, longues de $\frac{1}{3}$ de millimètre, constituées par un repli de la capsule contenant dans son intérieur une

cloison formée par trois ou quatre assises de longues cellules à noyau aplati. Cette disposition s'explique aisément par l'atrophie du corps du cristallin; la capsule étant devenue trop grande pour son contenu, mais restant fixée dans la région zonulaire, il en résulte que ses deux parties, antérieure et postérieure, se rapprochent et ne sont plus séparées que par les cellules de l'épithélium cristallinien partout aplaties et serrées les unes contre les autres, comme on le verra plus loin. Nous avons vu aussi la couche de cellules intermédiaires ne pas s'étendre dans toute la longueur des languettes, et celles-ci à leur terminaison n'être plus formées que par les deux portions antérieures et postérieures de la capsule, adossées l'une à l'autre.

Au point de vue de sa structure, le cristallin qui nous occupe est, de tous ceux que nous avons étudiés, celui qui présentait les lésions les plus intenses et les plus généralisées.

A première vue, surtout à un faible grossissement, la capsule semble très épaisse. A un plus fort grossissement, il suffit d'un peu d'attention pour se convaincre que l'épaississement propre à la capsule est insignifiant, qu'il y a épaississement apparent dû à des modifications dans l'aspect et la coloration de l'épithélium cristallinien si intimement accolé à la face profonde de la capsule, qu'il paraît ne faire qu'un avec elle. Capsule et épithélium modifié forment en effet une couche rose, dans laquelle on distingue en dehors ce qui appartient à la première de ces formations, grâce à la présence d'une mince ligne parallèle à la surface (double contour capsulaire); or, cette portion a à peine 1 à 2 μ . de plus de largeur qu'une capsule normale.

Quant à l'épithélium cristallinien, au lieu d'être formé par un rang unique de belles cellules cubiques, il est constitué par deux ou trois assises de cellules plates serrées les unes contre les autres, à contours protoplasmiques mal dessinés, à noyaux allongés parallèlement à la surface. Son épaisseur varie d'un point à l'autre. Fait digne de remarque, il s'épaissit en un endroit en un véritable nodule de cataracte corticale; on peut y compter jusqu'à 18 couches de noyaux dans sa partie la plus renflée. La longueur de ce nodule est de 280 μ , son épaisseur de 80 μ .

La substance fibrillaire du cristallin est complètement bouleversée, méconnaissable. Son centre, relativement compact, est formé de fibres dilatées; on en voit qui ont jusqu'à 47 μ . de large.

Bien que ces fibres soient situées au beau milieu du cristallin, leur centre est souvent occupé par un noyau, toujours plus ou moins altéré, rappelant par sa forme les noyaux plongeants; la situation de ces noyaux a été remaniée par suite de la destruction d'une grande partie de la masse cristallinienne. Les fibres dont nous venons de parler sont granuleuses ou, au contraire, intensément colorées par l'éosine. Quant à la région équatoriale de la lentille, elle est spongieuse, creusée

d'énormes cavités, le plus souvent vides; à côté de ces vastes vacuoles, on en voit de plus petites qui présentent les divers aspects décrits dans



FIGURE N° II.

Coupe antéro-postérieure du cristallin de l'œil E de la figure I, grossie 40 fois.

Le cristallin est cataracté, atrophie, déformé. Son centre est bosselé, son équateur (Z E) aplati et même effilé d'un côté. Multitude de grosses vacuoles (V) dans la zone équatoriale (Z E). Le noyau central (N C) est plus compact, mais altéré lui aussi à un plus fort grossissement.

l'observation IV, et qui envahissent plus ou moins la masse centrale du cristallin. L'aspect général de cet organe est si particulier que nous avons tenu à en donner une vue d'ensemble; malgré le grossissement

forcément faible (40 diamètres) que nous avons dû employer, la figure 1' ci-jointe complètera avantageusement, pensons-nous, la description ci-dessus.

Humeurs aqueuse et vitrée. — Normales.

Rétine. — Couches bien différenciées, de même épaisseur dans les deux yeux. Dans l'œil exposé, le tiers antérieur de la granuleuse externe offre une disposition bourgeonnante exactement semblable à celle décrite dans l'observation IV. Inutile de nous répéter.

Autres membranes de l'œil. — Normales.

Nerf optique. — Sans modifications.

Expérience n° VI.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — Le sujet était âgé de deux jours lors de la première irradiation. Il fut exposé pendant une heure aux rayons X en cinq séances, une tous les deux jours. Intensité : 1 m A. 1 à 1 m A. 2.

OBSERVATION CLINIQUE. — L'œil exposé s'est ouvert près de vingt-quatre heures avant l'autre. Sa fente palpébrale était complète alors que, dans l'œil sain, les paupières étaient encore unies dans leur moitié externe. Mêmes phénomènes de conjonctivite et de louche cornéen que dans les autres observations. Radiodermite avec chute des poils. Le trouble de la cornée fut très passager. La conjonctivite avait disparu depuis déjà plusieurs jours et les poils repoussaient dans la zone glabre, lorsqu'on s'aperçut que le cristallin était cataracté.

L'animal fut sacrifié au quarante et unième jour.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — Microphthalmie très marquée du côté röntgenisé.

Poids	{	O. N. . .	1 gr. 45
		O. E. . .	0 gr. 85
Diamètre antéro-postérieur .	{	O. N. . .	1 cm. 26
		O. E. . .	1 cm.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières.* — Mêmes résultats que dans l'observation IV.

Cornée. — Altération légère des noyaux analogue à celle du cas III. Légère infiltration leucocytaire au niveau du limbe.

Cristallin. — Le cristallin exposé est de dimensions moindres.

Diamètre antéro-postérieur .	{	O. N. . .	4 mm. 7
		O. E. . .	4 mm.
Diamètre vertical	{	O. N. . .	6 mm.
		O. E. . .	5 mm.

La capsule n'est pas épaissie; épithélium formé d'une seule rangée de noyaux ovoïdes présentant de nombreuses interruptions, surtout à l'équateur de la lentille.

La zone équatoriale du cristallin est creusée de très nombreuses cavités de diamètre variant entre 7 et 135 μ . Dans le noyau central, petites vacuoles et zones granuleuses en avant; plus profondément, fibres gonflées et variqueuses. Pour la description de ces fibres et des lésions vacuolaires, se reporter à l'observation IV.

En résumé, cataracte moins avancée que dans le cas précédent et un peu plus prononcée que chez l'animal IV.

Humeurs aqueuse et vitrée. — Normales.

Rétine. — Elle a le même degré de développement des deux côtés. Dans ses deux tiers antérieurs, elle offre des bourgeonnements et des invaginations identiques à celles décrites dans l'observation IV, mais en nombre encore plus considérable. Les formations rappelant les rosettes de Wintersteiner sont notamment très fréquentes. Pas d'altérations cellulaires.

Autres membranes de l'œil. — Normales.

Nerf optique. — Sain.

§ III

EXPÉRIENCES PRATIQUÉES AVEC DES RAYONS DURS

Expérience n° VII.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — A l'âge de cinq jours, l'animal fut irradié pour la première et unique fois. — Il ne reçut en tout que cinq minutes de rayons durs (6 à 7). L'intensité fut de 0 mA. 5.

OBSERVATION CLINIQUE. — La face palpébrale du côté exposé commença à s'ouvrir un peu avant l'autre. La sécrétion muco-purulente des conjonctives apparut le quinzième jour. Les paupières s'agglutinèrent, puis l'inflammation diminua peu à peu comme dans le cas IV.

De même que dans l'observation V, la coloration normale de l'iris mit plus de temps à se produire dans l'œil exposé.

Pour la première fois, nous n'avons observé ni de radiodermite, ni de chute des poils. Néanmoins, les irradiations ont dû influencer leurs bulbes, car les poils sont moins longs sur les paupières rontgenisées. Leur coloration est demeurée parfaitement normale.

La fente palpébrale de l'œil malade, bien que complète avant l'autre, s'est accrue ensuite plus lentement et, désormais, a paru nettement plus petite qu'elle. (Voir la photo n° 1, p. 55, œil II exposé et II' non exposé.)

Notre attention a été attirée pour la première fois chez cet animal sur un aspect particulier de la membrane clignotante. Du côté normal, cette membrane, grisâtre vers l'angle interne, porcelainée à sa face médiane, est bordée en dehors par un liséré de pigment noir. Ce liséré n'a jamais existé dans l'œil exposé.

Au trente-huitième jour, on aperçut dans l'œil irradié deux stries blanches situées dans la partie inféro-interne du cristallin et s'avancant en pointe vers le centre de la lentille. Quelques gouttes d'un collyre à l'atropine, à 50 centigrammes pour 100 grammes, instillées dans l'œil, nous ont permis d'examiner l'équateur du cristallin et d'y trouver des altérations déjà avancées qui avaient passé inaperçu, grâce à leur situation derrière l'iris. Ces altérations consistent en des amas de petites vésicules claires, limitées par des cercles foncés, occupant le cristallin jusqu'à ses limites extrêmes, en faisant tout le tour, mais présentant vers le centre de l'organe une limite très irrégulière, polycyclique. On dirait que le cristallin est à ce niveau rempli d'une quantité considérable de petites bulles, semblables aux bulles d'air vues au microscope dans de l'eau.

En résumé, en plus des deux flammèches de cataracte, visibles sans aucun artifice, la mydriase produite par l'atropine permet de constater que toute la région équatoriale du cristallin est déjà cataractée. A cette époque, l'examen ophtalmoscopique du fond de l'œil révèle un léger trouble du corps vitré et l'absence d'altérations de la rétine. L'iris réagit à la lumière; le tonus oculaire est normal.

L'animal fut sacrifié le cinquante-deuxième jour. Depuis l'examen relaté ci-dessus, les phénomènes de cataracte s'étaient aggravés, et la lentille était devenue lactescente dans toute sa masse. (Voir photo n° II, œil II, p. 57.)

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — Microphthalmie expérimentale très nette : (voir photo n° II, yeux II et II', p. 57.)

Poids.	{ O. N. . 1 gr. 95	
	{ O. E. . 1 gr. 27	
Diamètre antéro-postérieur. {	O. N. . 1 cm. 56	
	{ O. E. . 1 cm. 43	

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières.* — Peau, poils et cloison fibreuse normaux.

Epithélium conjonctival d'apparence saine.

Cornée. — Constatons d'abord sur cet œil pris de préférence parce qu'il a reçu la dose minima de rayons, que la cornée subit un retard dans son évolution, proportionnel à celui du globe dans son ensemble. Il y a une différence de 1 millimètre dans ses divers diamètres avec la cornée saine.

Epithélium irrégulier d'épaisseur. Bord adhérent légèrement festonné comme dans l'observation IV.

Cristallin. — Dimensions :

Diamètre antéro-postérieur . . {	O.N. . 3 mm. 5.	
	{ O.E. . 3 mm. 2.	
Diamètre vertical {	O.N. . 5 mm. 5.	
	{ O.E. . 4 mm. 6.	

Rien à noter du côté de la capsule.

Epithélium aplati et discontinu vers l'équateur, disposé sur plusieurs rangs de cellules plates le long de la face antérieure (voir observation V). Le corps du cristallin est nettement altéré, surtout vers sa périphérie où existent de vastes nappes granuleuses renfermant des paquets de fibres variqueuses et hypertrophiques (25 μ . de largeur). On est frappé dans ce cas par la rareté des vacuoles. Le processus consiste en une véritable fonte granuleuse en larges placards.

Humeur aqueuse. — Normale.

Humeur vitrée. — Un peu plus fibrillaire que d'habitude.

Rétine. — Bien développée. Pas de plissements de la granuleuse externe.

Autres membranes de l'œil. — Sans lésions.

Nerf optique. — Normal.

Expérience n° VIII.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — Le jeune chat, un frère de celui qui a fait l'objet de l'observation précédente, fut exposé dans les mêmes conditions, avec cette différence qu'au lieu d'une séance de 5 minutes, il subit une séance d'une durée de 15 minutes.

OBSERVATION CLINIQUE. — Ouverture anticipée des paupières irradiées, conjonctivite comme dans l'observation VII. La cornée présentait ici un dépoli plus durable. Même retard dans la coloration de l'iris.

Radiodermite avec chute des poils qui ont d'ailleurs repoussé assez rapidement. Cependant au moment de l'autopsie, les gros poils de la moustache et des sourcils étaient encore singulièrement plus grêles et plus courts du côté exposé (voir photographie n° I, animal de gauche, p. 55).

Le contraste entre les deux fentes palpébrales est encore plus marqué que dans le cas précédent (photographie n° I, animal de gauche, p. 55).

Le bord libre de la membrane clignotante est ici encore dépourvu de pigment noir.

Au trente-huitième jour, alors que le cristallin de l'animal VII, à part deux aiguilles de cataracte, était transparent dans toute sa portion pupillaire, celui du chat VIII était déjà trouble dans toute son étendue.

A l'autopsie pratiquée le cinquante-deuxième jour, on voit que la teinte laiteuse est plus accentuée dans le cristallin I que dans le cristallin II.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — Microphthalmie plus caractérisée que dans le cas précédent (voir photographie I, yeux I et I').

Poids	{ O.N. . 2 gr. 20.
	{ O.E. . 1 gr. 23.
Diamètre antéro-postérieur . .	{ O.N. . 1 mm. 58.
	{ O.E. . 1 mm. 33.

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières.* — Pas de différence sensible entre les deux côtés :

Cornée. — Comme dans le cas précédent, différence d'environ un millimètre dans les divers diamètres au détriment de la cornée röntgenisée.

Disposition irrégulière des assises nucléaires et noyaux sautés dans la couche germinative de l'épithélium antérieur.

Cristallin. — Dimensions :

Diamètre antéro-postérieur . .	{	O.N. . 3 mm. 4.
		O.E. . 3 mm. 1.
Diamètre vertical	{	O.N. . 5 mm. 6.
		O.E. . 4 mm. 7.

Capsule légèrement épaissie.

Épithélium antérieur souvent interrompu et aplati vers l'équateur. Le long de la face antérieure, les cellules se disposent sur trois ou quatre couches et — fait nouveau — sont séparées par endroits par des lamelles conjonctives disposées parallèlement à la capsule et fréquemment anastomosées les unes avec les autres, rappelant ainsi la disposition des lamelles de la cornée.

Le corps du cristallin est très altéré, creusé de grosses vacuoles dans la région équatoriale, granuleux et semé de fibres dégénérées dans son centre.

Humeurs aqueuse et vitrée. — Normales.

Rétine. — Aussi bien développée du côté irradié que de l'autre, mais présentant, dans le premier seulement, la disposition plissée si caractéristique, que nous avons déjà signalée dans la plupart des observations précédentes. Sans être aussi accentuée que dans les observations IV et V, les végétations de la granuleuse externe sont très nombreuses et étendues aux deux tiers antérieurs de la membrane rétinienne.

Autres membranes de l'œil. — Normales.

Nerf optique. — Normal.

Expérience n° IX.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'EXPÉRIENCE. — Le sujet, à peine âgé de vingt heures, fut placé sous le tube de Crookes. Il reçut en tout trente minutes de rayons durs (7 à 8) en deux séances, pratiquées tous les trois jours. Intensité 3/10 à 6/10 de m A.

OBSERVATION CLINIQUE. — Ouverture simultanée des deux yeux. Mais la fente progressa un peu plus rapidement (1 millimètre d'avance) du côté exposé.

Les symptômes constatés ultérieurement ne furent que la répétition de ceux décrits dans les observations précédentes : sécrétion purulente des conjonctives, agglutination des paupières, louche cornéen, phénomènes qui s'amendèrent et disparurent avant la mort de l'animal.

La radiodermite fut ici très intense, l'alopécie consécutive totale,

mais les poils avaient en grande partie repoussé quand le chat fut sacrifié au quarante et unième jour.

A cette époque, le cristallin était déjà complètement cataracté; l'œil était microphtalme, la fente palpébrale rétrécie (7 millimètres de long au lieu de 10 millimètres de l'autre côté). Le réflexe lumineux et le tonus oculaire restent normaux.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE. — Microphtalmie :

Poids.	{ O. N. . . 1 gr. 59
	{ O. E. . . 1 gr. 08
Diamètre antéro-postérieur. .	{ O. N. . . 1cm. 28
	{ O. E. . . 1cm. 14

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Paupières*. — Sclérose du tissu conjonctif; glandes atrophiées; conjonctive épaissie.

Cornée. — L'épithélium antérieur contient de nombreux noyaux ratatinés, son bord libre est par endroits irrégulier; son bord adhérent est sinueux. Pour la première fois, nous constatons chez cet animal une infiltration leucocytaire de la cornée, dépassant la région du limbe. En effet, même au centre de la membrane et dans toute son épaisseur, on aperçoit des polynucléaires qui se sont insinués isolément entre les espaces interlamellaires. Dans le tiers externe de la cornée, les cellules migratrices existent en très grand nombre.

Cristallin. — Dimensions :

Diamètre antéro-postérieur. .	{ O. N. . . 4mm. 5
	{ O. E. . . 4mm.
Diamètre vertical.	{ O. N. . . 6mm.
	{ O. E. . . 5mm 5

Cataracte tout à fait comparable à celle décrite dans l'expérience VI, avec des lésions un peu plus généralisées au centre de la lentille.

Humeur aqueuse. — Fins précipités albumineux dans la chambre antérieure, en particulier dans l'angle irido-cornéen.

Humeur vitrée. — Sensiblement normale.

Rétine. — Bien développée. Nous y trouvons la disposition plissée si souvent signalée et décrite antérieurement tout à fait à son début. La granuleuse externe, au lieu d'être limitée profondément par une ligne régulièrement courbe, présente un bord interne festonné. Elle semble envoyer dans la plexiforme un très grand nombre de petits bourgeons cellulaires pleins. Quant à la membrane de Jacob, elle participe très peu à ce mouvement, elle est encore régulière et présente simplement de toutes petites encoches correspondant aux bourgeons les plus volumineux de la granuleuse externe. Nulle part on ne trouve de tubes

semblables à ceux de l'observation III, ni de rosettes comme dans le cas IV.

Autres membranes de l'œil. — Normales.

Nerf optique. — Non modifié.

Expérience n° X.

Cette expérience, point de départ de notre thèse, fut communiquée très brièvement à la Réunion biologique de Bordeaux par MM. Tribondeau et Récamier. Ils avaient en vue, à ce moment, les lésions produites par les rayons X sur les os du crâne, et ils ne firent que mentionner, pour prendre date, la découverte des altérations spéciales qu'ils avaient eu l'occasion de faire dans les yeux de leur sujet.

Nous reproduisons ci-dessous la partie de cette observation qui nous intéresse :

« L'un de nous (Tribondeau, Société de biologie, 11 novembre 1902), ayant eu l'occasion d'étudier antérieurement la structure de l'œil du chat avant l'ouverture des paupières, a constaté que — contrairement à l'avis de Max Schultze — la membrane de Jacob existe dans la rétine, mais est encore rudimentaire. Les autres couches de la rétine sont au contraire très développées. Toutefois on observe des mitoses dans celle des grains externes, et la fusion des deux granuleuses vers l'*ora serrata*. Nous avons voulu voir si les rayons X empêchaient le développement complet de la rétine. Pour cela, nous avons roentgenisé la face d'un chat, dès le troisième jour après sa naissance, dans les conditions suivantes : la tête est passée au travers d'une lame de plomb perforée, protégeant le corps de l'animal enveloppé d'une serviette et maintenu par un aide. Les rayons sont dirigés sur l'œil droit, ou plutôt sur la partie antéro-latérale droite de la face, car ils ont de plus atteint, moins intensément, l'œil gauche ; l'exposition a duré 60 minutes en six séances (trois par semaine), à 10 centimètres.

» Nous avons noté les faits suivants :

» A l'inspection : l'ouverture des fentes palpébrales, deux jours avant un chat témoin de la même portée ; puis, agglutination des paupières par des croûtes pendant plusieurs jours ; — conjonctivite et dépoli passagers des cornées ; — formation de gros flocons blanchâtres dans le cristallin et l'humeur vitrée des deux yeux, coïncidant avec la disparition progressive de la vue ; — yeux plus petits que ceux du chat témoin, surtout à droite.

» A l'autopsie (un mois après la dernière exposition) : flocons blancs dans les deux yeux ; — poids des globes diminués : gauche = 1 gr. 34 ; droit = 0 gr. 43 ; — œil droit moitié moins volumineux que l'œil gauche.

» A l'examen microscopique, des deux côtés : dégénérescence granuleuse et vacuolaire presque complète du cristallin ; — humeur vitrée très fibrillaire ; — couche des cônes et des bâtonnets bien développée ; — granuleuses interne et externe confondues dans la zone ciliaire ; — atrophie de la granuleuse interne ; — prolifération intense de la granuleuse externe sous forme de plis et de tubes s'enfonçant dans la granuleuse interne, surtout vers la zone ciliaire ; — épaissement de la couche des fibres nerveuses ; — apparence normale du nerf optique.

» En résumé : les rayons X ont entravé, sans l'arrêter, le développement de l'œil ; ils n'ont pas empêché la croissance des cônes et des bâtonnets : mais ils ont provoqué des anomalies structurales de la rétine et la cécité par cataracte. »

Après les observations qui précèdent, l'expérience précédente, si résumée qu'elle soit, n'a guère besoin de développements. Cependant, nous la compléterons par quelques détails recueillis dans les archives du laboratoire de M. le Prof. Bergonié et par une description plus complète des coupes histologiques conservées par M. le Dr Tribondeau.

RÉSULTATS A L'AUTOPSIE.

Diamètre antéro-postérieur.	{	Œil le moins exposé. .	1 cm. 22
	{	Œil le plus exposé. .	1 cm. 16

RÉSULTATS A L'EXAMEN MICROSCOPIQUE. — *Cornée*. — Du côté exposé indirectement, pas d'altérations appréciables. Légère infiltration leucocytaire au niveau du limbe. Au contraire, du côté exposé directement, la cornée nous présente les altérations les plus visibles qu'il nous ait été donné de constater.

Son épithélium antérieur présente à son centre un brusque amincissement qui s'étend sur une longueur de 2 millimètres environ. Là, son épaisseur n'est que de 20 μ , tandis que de part et d'autre, elle atteint 55 μ . Il semble qu'il y ait eu là, autrefois, une petite ulcération. D'ailleurs, l'aspect de cette portion est particulier. Le protoplasma des cellules est plus clair, les noyaux sont plus aplatis, plus distants et disposés seulement sur deux ou trois couches.

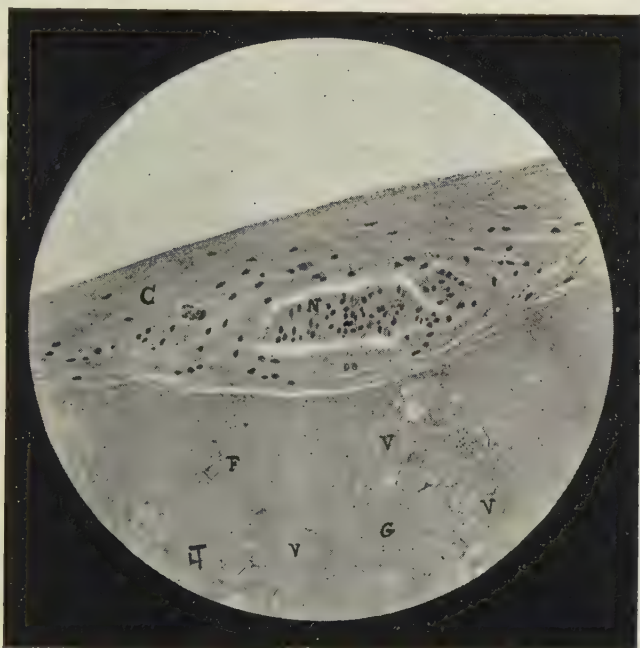
Tandis que la substance propre de la cornée ne renferme du côté le moins exposé que quelques leucocytes cantonnés au niveau du limbe, du côté directement exposé on trouve de nombreux polynudéaires dans toute l'étendue et dans toute l'épaisseur de la paroi lamelleuse.

Cristallin. — Dimensions sur coupes médianes :

Diamètre vertical.	{	Cristallin moins exposé.	7 mm.
	{	Cristallin plus exposé.	5 mm. 7
Diamètre antéro-postérieur.	{	Cristallin moins exposé.	3 mm. 2
	{	Cristallin plus exposé.	3 mm.

La capsule cristallinienne est un peu épaissie des deux côtés (7 à 8 μ).

L'épithélium cristallinien est très modifié dans les deux lentilles. Dans l'œil exposé indirectement, la zone équatoriale nous montre un seul rang de cellules plates, présentant de nombreuses et longues interruptions. Le long de la face antérieure, ces cellules se disposent sur plusieurs rangées, comme dans l'expérience V. En un point, nous trouvons un nodule de cataracte corticale rappelant celui de la dite obser-



MICRO-PHOTOGRAPHIE N° I.

Cataracte röntgénienne avec nodule cortical.

La coque (C) qui limite le cristallin forme ici un véritable nodule de cataracte corticale de 218μ sur 62μ . On y distingue une accumulation de lamelles parallèles à la surface, anastomosées entre elles. Dans leurs intervalles se logent les cellules plates dérivées de l'épithélium cristallinien; une cavité plus vaste que les autres renferme un gros bourgeon cellulaire (N).

Le cristallin est très altéré: G placards granuleux; F fibres hypertrophiées; V vacuoles.

vation. Il mesure 190μ de long sur 130μ d'épaisseur (l'épithélium au-dessus et au-dessous de lui n'ayant que 15μ d'épaisseur.) Un fait qui distingue un peu le cas actuel d'avec le V^e et le rapproche du VIII^e, c'est la présence dans l'intervalle des rangées cellulaires, même dans le nodule précédent, de quelques lamelles roses parallèles et anastomosées.

Dans l'œil exposé directement, l'épithélium est disposé de la même

façon à la périphérie, mais contient dans la région pupillaire un nombre plus grand de lamelles. On en compte à un moment quinze superposées, l'épaisseur totale de la couche atteignant 100 μ . Des cellules plates dérivées de l'épithélium sont séparées par ces lamelles. En un point, ces cellules ont intensément proliféré dans un des interstices lamellaires, formant un bourgeon cellulaire. Le nodule de la cataracte corticale mesure 218 μ de longueur sur 62 μ d'épaisseur. C'est encore là un véritable nodule de cataracte corticale, mais différent de ceux décrits jusqu'ici, par ce fait qu'il est formé d'une masse centrale cellulaire enveloppée de toutes parts d'une substance lamelleuse rappelant la structure de la cornée. (Voir micro-photo n° I, p. 45.)

Le corps des deux cristallins est très altéré. Les fibres qui persistent dans son centre sont gonflées et variqueuses. Partout ailleurs, elles sont détruites par fonte granuleuse et par vacuolisation. Le processus est, comme d'habitude, plus intense à l'équateur et présente les stades décrits, une fois pour toutes, dans l'observation IV.

Humeur aqueuse. — Précipités albumineux dans la chambre antérieure.

Humeur vitrée. — En plus de la fibrillation du corps vitré, on note dans les deux yeux un épaississement marqué de la membrane hyaloïde, et son décollement d'avec la rétine au niveau du fond de l'œil. L'espace compris entre les deux membranes est occupé par un grand nombre de grosses gouttelettes liquides.

Rétine. — Notons que l'œil directement exposé de cet animal est un exemple tout à fait remarquable de ce plissement singulier de la rétine, sur lequel nous avons déjà insisté précédemment, et il était bien fait pour intriguer les auteurs qui l'observèrent pour la première fois. Alors que dans l'autre œil il est localisé à la partie ciliaire, il s'étend ici à toute la rétine. En arrière, il y a formation de gros tubes largement ouverts vers la choroïde, très espacés les uns d'avec les autres. En avant, les invaginations de la granuleuse externe et de la membrane de Jacob deviennent plus étroites et plus nombreuses, et les formations analogues aux rosettes de Wintersteiner sont très fréquentes.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES ET DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE RAISONNÉE DES LÉSIONS RÖNTGÉNIENNES DE L'ŒIL

De l'ensemble des expériences précédentes il résulte que les rayons X, quel qu'en soit le numéro radiochromométrique, déterminent dans l'œil une série de troubles qu'on peut grouper en deux catégories bien distinctes :

1° Des troubles que ces rayons peuvent également déterminer chez l'adulte ;

2° Des troubles particuliers à l'œil en voie de développement.

§ I

TROUBLES COMMUNS AUX ANIMAUX JEUNES ET AUX ANIMAUX ADULTES IRRADIÉS.

Radiodermite. — Du côté des paupières nous avons, chez nos animaux, observé de la radiodermite, apparaissant du douzième au quinzième jour après la première séance d'irradiation.

Les téguments ont rougi, se sont gonflés ; puis les poils sont

tombés et les paupières sont devenues glabres. Une seule fois, la radiodermite a manqué, dans l'expérience n° VII. L'animal n'avait reçu dans ce cas que 5 minutes de rayons durs. Mais avec 15 minutes la radiodermite se déclara (Expérience VIII).

Quand l'observation fut d'assez longue durée, les poils repoussèrent toujours, mais lentement; ils restèrent grêles et espacés. Plusieurs fois, en particulier dans le cas V, nous avons observé qu'ils se reformaient sans leur pigment. Celui-ci ne commençait à reparaitre qu'après un laps de temps considérable.

L'examen histologique nous a fourni, ce qu'il était facile de prévoir, des résultats très différents, suivant la période d'attente. Était-elle courte, nous trouvions des altérations épithéliales et de l'infiltration leucocytaire; tandis qu'au bout d'un temps plus long, nous constatons surtout la disparition presque complète des poils, et plus tard enfin, la réapparition des bulbes pileux coïncidant avec la sclérose du tissu conjonctif.

Les troubles que nous avons signalés peuvent être rapprochés de ceux que Chalupecky, Scholtz et Birsch-Hirschfeld ont observés dans leurs expériences, avec des différences d'intensité dues à une durée d'exposition plus grande chez les deux premiers expérimentateurs.

Le premier, Chalupecky, exposa l'œil d'un lapin pendant vingt-quatre heures en dix-huit séances à des rayons durs. Au treizième jour après la première irradiation, l'animal présentait une radiodermite intense, avec chute des poils et ulcérations s'étendant jusqu'aux rebords palpébraux. L'examen histologique démontra une congestion intense de la paupière.

Nous n'essaierons même pas — vu l'énormité de la dose de rayons employée — d'établir une comparaison entre cette expérience, d'ailleurs unique, et les nôtres. Nous nous contentons de la citer, parce qu'elle a le mérite indiscutable, mais relatif, d'être la première en date.

Scholtz se montra moins excessif; mais ne trouvera-t-on pas exagérée l'exposition de deux heures et demie (rayons moyens) à laquelle il soumit l'œil d'un lapin? L'intensité de la radiodermite qui apparut dès le onzième jour fut telle que la nécrose

complète des paupières et de la peau des régions avoisinantes s'ensuivit.

Mieux réglées; plus susceptibles d'être mises en parallèle avec les nôtres, furent les expériences de Birsch-Hirschfeld (toujours sur l'œil du lapin adulte); il obtint, avec un minimum de vingt-cinq minutes d'exposition et une intensité de 12 unités Holz knecht, la « chute des poils et des cils » et l'apparition sur les surfaces dénudées de « petites ulcérations à bords taillés à pic ».

Les résultats de l'examen histologique sont analogues aux nôtres : Paupières épaissies dans leur totalité; épithélium cutané réduit parfois à des cellules plates, mal colorées, vacuolaires, sauf les plus externes qui sont gonflées et à protoplasma homogène acidophile; au niveau du bord libre, cellules nécrosées, supportées par un stratum malpighien infiltré; disparition des poils et des cils; intégrité des fibres musculaires, atrophiées cependant dans les endroits infiltrés. L'auteur décrit, en outre, des lésions vasculaires (endothélium irrégulièrement épaissi et vacuolisé) que nous n'avons pas constatées.

Conjonctivite. — La conjonctive se montre plus sensible que la peau, bien qu'elle soit plus protégée, grâce à sa situation profonde. Elle commence à s'enflammer avant que la radiodermite soit manifeste. Elle rougit, s'épaissit, suppure; les paupières sont agglutinées très rapidement par des croûtes qu'on ne rompt qu'avec effort. La conjonctivite dure très longtemps à l'état subaigu; ce n'est qu'à la longue que la sécrétion muco-purulente diminue peu à peu et finit par se tarir.

Les lésions révélées par le microscope dépendent encore de l'époque à laquelle est pratiqué l'examen. L'infiltration intense de l'épithélium conjonctival et du chorion sous-jacent par des polynucléaires (*exp. II, III*) et la congestion des vaisseaux caractérisent la période aiguë; à la période subaiguë, l'épithélium reprend peu à peu son aspect normal (*exp. V, VI, IX*).

Ce sont encore là des altérations qu'a constatées Birsch-Hirschfeld dans tous les yeux des animaux qu'il a irradiés pen-

dant plus de quinze minutes avec une intensité supérieure à 16 unités H. « Épithélium en partie desquamé, infiltré de leucocytes; noyaux dégénérés, gonflés et difficilement colorables; l'infiltration cellulaire par les lymphocytes et les polynucléaires diminue à mesure qu'on s'éloigne du limbe. Les vaisseaux posséderaient encore ici un endothélium un peu épaissi et désagrégé. »

Kératite. — La cornée présente un louche qui coïncide avec les lésions aiguës de conjonctivite; à ce moment, le fond de l'œil est inéclairable. Mais, au bout de quelques jours, la membrane reprend sa transparence normale.

L'examen microscopique pratiqué au moment où la cornée est encore dépolie (*exp. II*) montre moins d'altérations qu'on ne serait en droit d'attendre. Toutefois, il existe des modifications nucléaires (noyaux plus colorés, irréguliers, etc.), et une infiltration légère de la lame connective par des polynucléaires.

Quand la cornée est redevenue translucide, il semblerait que la *restitutio ad integrum* doive être complète, et cependant il existe des traces nettes de la lésion première : irrégularité d'épaisseur de l'épithélium antérieur (*exp. III, VII, X*; œil directement exposé), aspect ondulé de son bord adhérent (*exp. IV, VII, IX*), disposition irrégulière de la rangée germinative (*exp. III, VIII*), aspect anormal des noyaux (*exp. III, IV, V, VIII, IX, X*; œil directement exposé), infiltration leucocytaire de l'épithélium antérieur (*exp. V, IX*) et même de la couche lamelleuse, le plus souvent limitée au limbe (*exp. V, X*; côté indirectement exposé) quelquefois étendue à toute la membrane (*exp. IX, X*; œil directement exposé).

Les limitantes sont toujours normales, ainsi que l'épithélium postérieur.

Birsch-Hirschfeld signale dans ses cinq expériences des lésions de la cornée qu'il qualifie de « kératite interstitielle ». Il note l'amaigrissement de l'épithélium antérieur en son centre (dans son premier cas, il ne reste plus qu'un rang de cellules; à rapprocher de notre expérience X : œil directement exposé, bien que l'éclosion soit moins considérable), la coloration pâle des cellules basales, l'irrégularité de grosseur des cellules, due

au gonflement de certaines, la désintégration de quelques noyaux.

Dans la substance propre, il constate «un élargissement des espaces interlamellaires» (la part prise dans ces modifications par les manœuvres de l'inclusion nous paraît très grande), un ratatinement des cellules fixes (douteux à notre avis), une infiltration leucocytaire discrète, surtout manifeste dans la région du limbe (deux cas sur cinq), et même (une fois), une néoformation peu accentuée de vaisseaux dans les couches profondes. Il revient à plusieurs reprises sur une affinité anormale des lamelles externes pour les colorants acides, que nous n'avons pas retrouvée dans nos préparations.

Trouble de l'humeur aqueuse. — Chez nos jeunes animaux, il est fort difficile de constater cliniquement ce trouble au moment de la kératite, car il peut être masqué par le louche cornéen; la kératite disparue, l'humeur aqueuse nous a toujours semblé parfaitement translucide.

A l'examen microscopique, nous avons trouvé deux fois des précipités albumineux dans la chambre antérieure, en particulier dans l'angle irido-cornéen (*obs. IX, X*).

Birsch-Hirschfeld ne signale rien à l'examen clinique de ses animaux adultes, et cependant, deux fois sur cinq, il trouve des précipités granuleux, acidophiles accolés à la face postérieure de la cornée, et même, une fois, quelques leucocytes.

Pour terminer l'étude de cette catégorie de troubles, signalons l'absence, chez nos jeunes chats, d'altérations données comme presque constantes par Birsch-Hirschfeld chez l'adulte.

Les plus importantes sont certainement celles de la rétine. Les diverses cellules nerveuses de cette membrane (grains et cellules ganglionnaires) seraient modifiées et détruites par les rayons X. Les grains prendraient l'hématoxyline d'une façon homogène, diminueraient de grosseur et disparaîtraient par places, laissant des vides, des jours, dans les couches granuleuses. Les cellules ganglionnaires auraient été atteintes quatre fois sur cinq, et, dans trois cas, d'une façon massive, presque toutes à la fois. Les phases de leur destruction seraient les

suivantes : « Ratatinement simultané du protoplasme et du noyau ; vacuolisation du protoplasme ; effritement des granulations chromatiques sous forme d'une fine poussière difficilement visible ; élargissement de l'espace péricellulaire ; disparition des cellules. »

Consécutivement à la destruction des cellules ganglionnaires, les fibres du nerf optique auraient dégénéré trois fois sur quatre. Birsch-Hirschfeld dit avoir observé, par la méthode de Marchi, la destruction de la myéline, étendue une fois à la presque totalité des fibres (vingt minutes d'irradiation à 10 centimètres, 16 H, animal tué au quarante et unième jour) et deux fois à tout le nerf (quinze minutes d'irradiation à 8 centimètres, 16 H, animal tué au trente-neuvième jour, — et vingt-cinq minutes d'irradiation à 10 centimètres, 12 H, animal tué le quarantième jour).

Nous ne nions certes pas l'exactitude de ces faits, mais ils nous paraissent bien extraordinaires. Nos examens multiples de la rétine et du nerf optique, chez nos jeunes animaux, ne nous ont jamais rien montré de comparable. Et cependant il est bien évident qu'ils auraient dû être atteints plus encore que les lapins adultes de Birsch-Hirschfeld, parce que les cellules nerveuses étaient encore en voie de développement au moment de l'exposition aux rayons X ; parce que la rétine était moins profonde et moins protégée ; enfin, parce que les doses étaient beaucoup plus considérables (jusqu'à soixante minutes). Or, nous avons gardé jusqu'à cinq mois l'un de nos animaux (exposé trente minutes — expérience V) ; le réflexe lumineux a toujours persisté malgré la cataracte ; à l'autopsie, le nerf optique de l'œil irradié avait même aspect et même grosseur que du côté sain ; enfin, l'examen histologique ne révélait pas d'altération ni de destruction des cellules de la rétine, pas plus que des fibres du nerf optique.

Birsch-Hirschfeld a encore trouvé de la congestion des vaisseaux de la choroïde et de l'iris ; et, dans l'iris seulement, des altérations des parois vasculaires (épaississement de l'endothélium et transformation hyaline de la tunique moyenne). Nous avons vainement cherché semblables lésions dans les

yeux des jeunes chats. Tout au plus avons-nous noté, accessoirement, un peu de congestion. A propos de l'iris, Birsch-Hirschfeld dit encore qu'il a remarqué « sur la face antérieure du cristallin, enlevé délicatement de l'œil après fixation, un dessin étoilé très fin, formé par un dépôt de pigment correspondant au rebord de la pupille »; il en conclut à « une tendance de la couche pigmentaire à la desquamation ». Nous avons observé le même phénomène dans des yeux de lapins normaux; il n'a donc aucune signification pathologique.

Quant aux modifications dans la disposition, la forme des cellules pigmentaires et des grains de pigment de l'iris qu'il signale, nous déclarons n'y attacher aucune importance; les dispositions cellulaires, la quantité de pigment varient d'une coupe à l'autre, et nous n'avons même pas pu distinguer au microscope deux iris qui, macroscopiquement, étaient très différemment colorés (l'un à peine jaune, l'autre possédant un superbe anneau jaune d'or). Il y avait bien différence qualitative et clinique, mais non différence quantitative et histologique dans le pigment des deux diaphragmes iriens.

§ II

TROUBLES PROPRES AUX ANIMAUX JEUNES

1° TROUBLES DANS LE DÉVELOPPEMENT MACROSCOPIQUE
DES PAUPIÈRES ET DU GLOBE.

Ouverture anticipée suivie d'atrésie de la fente palpébrale.

— Les rayons X semblent au début des observations activer le développement des paupières, car souvent (*exp. II, III, VI, VII, VIII, X*) la fente palpébrale commence à s'ouvrir plus tôt (quelques heures) du côté exposé. En réalité, comme le montre l'expérience I, les radiations ne font qu'activer dans ce cas la destruction des cellules médianes du bouchon épithélial qui, chez le chat nouveau-né, réunit les paupières l'une à l'autre. C'est donc une accélération dans le sens de la destruction, non de l'édification.

Plus tard, au contraire, on s'aperçoit que les dimensions (longueur et largeur) de la fente palpébrale ne s'accroissent pas parallèlement des deux côtés. Plus l'on attend, plus la différence s'accroît, et le développement de la fente des paupières exposées est d'autant plus retardé, à temps égaux, que l'irradiation a été plus importante. Une faible exposition suffit pour enrayer notablement le développement normal des paupières, comme on peut s'en assurer par l'examen de la photographie n° I; l'animal de droite (*exp. VII*) n'avait, en effet, reçu que cinq minutes de rayons durs (la période d'observation avait été de cinquante-deux jours). Il y avait, dans ce cas, le jour de la mort, une différence de $1/6^e$ entre la longueur de la fente du côté normal et du côté exposé, au détriment de ce dernier. L'animal de gauche (*exp. VIII*) de la même photographie avait une fente palpébrale moins longue de $1/3$ du côté irradié (quinze minutes de rayons durs; âge : cinquante-deux jours). La différence était également de $1/3$ chez l'animal



PHOTOGRAPHIE N° I. — Tête de deux chats dont l'œil droit a été irradié, grandeur nature.

Les deux animaux ont été exposés une seule fois, le cinquième jour, à des rayons durs (distance : 10 centimètres ; œil I du chat gauche, 15 minutes ; œil II du chat droit, 5 minutes). La photographie, prise à l'âge de 52 jours, montre l'arête de la fente palpébrale (diminution de $1/4$ en longueur, animal de droite ; $1/3$, animal de gauche), la microphthalmie, et même la cataracte (louches de l'œil) des yeux I et II. La tête gauche est asymétrique parce que la repousse des poils (en particulier des gros poils des sourcils et de la mouslache) après radiodermite a été incomplète. L'animal de droite, au contraire, n'a pas eu de radiodermite.

de l'observation IX, bien que la période d'attente eût été moins longue (quarante et un jours), mais la röntgenisation avait été plus intense (trente minutes de rayons durs). Nous ne comparons ci-dessus que les longueurs des fentes palpébrales; leur largeur est modifiée à peu près proportionnellement à leur longueur, ainsi qu'on peut le voir sur la photographie.

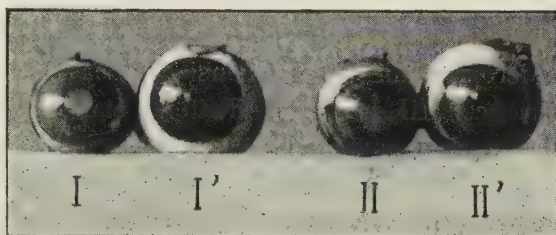
Microphthalmie. — Les rayons enraient plus ou moins, suivant la dose employée, le développement du globe oculaire et déterminent la microphthalmie. Bien entendu, cette microphthalmie ne devient évidente que si l'observation est d'assez longue durée pour que l'œil non exposé ait le temps de s'accroître, tandis que l'œil irradié, entravé dans son développement, paraît de plus en plus petit comparativement à lui.

En mettant à part notre expérience I, dans laquelle l'animal fut sacrifié à l'âge de huit jours, nous voyons que la microphthalmie a été une conséquence constante de la röntgenisation de l'œil du chat nouveau-né. Dans la plupart des cas, elle fut assez accentuée pour pouvoir être notée pendant la vie de l'animal; dans quelques observations, elle ne fut constatée qu'à l'autopsie, grâce à la comparaison plus facile des yeux énucléés et, secondairement aussi, des données des pesées et mensurations.

Dans toutes nos expériences, nous avons soigneusement enregistré les poids et le diamètre antéro-postérieur des yeux. Cependant, il ne faut attribuer à ces chiffres qu'une valeur relative; ils ont leur importance documentaire, mais n'expriment pas toujours exactement le degré de la microphthalmie. Les diamètres de l'œil sont, en effet, assez variables chez le chat, et le poids n'est pas absolument proportionnel au volume. L'examen comparatif des yeux extirpés placés côte à côte nous permettait au contraire de trouver la microphthalmie, même dans les cas les plus légers. On le comprendra sans peine en jetant un coup d'œil sur la photographie n° II où la microphthalmie des yeux exposés est évidente. Or, il n'y avait qu'une différence de $1/12^e$ dans le diamètre antéro-postérieur des yeux I et I', de $1/6^e$ dans le même diamètre des yeux II et II'. Les pesées donnaient des différences plus

manifestes : I pesait $\frac{1}{3}$ de moins que I', et II pesait $\frac{1}{2}$ de moins que II'.

Ces réserves faites, nous pouvons trouver néanmoins un élément approximatif d'appréciation dans le calcul et la com-



PHOTOGRAPHIE N° II.

Globes oculaires des chats de la photographie I.

Les yeux I et II, exposés, sont nettement cataractés. Ils sont respectivement plus petits que les yeux I' et II', non irradiés (microphthalmie).

paraison du diamètre antéro-postérieur et du poids des divers yeux, comme on peut en juger d'après le tableau ci-dessous, résumant à ce point de vue nos dix observations :

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES	DOSE DE RAYONS X	AGE	DIFFÉRENCE ENTRE LE GLOBE OCULAIRE EXPOSÉ ET LE GLOBE NORMAL (au détriment du premier)	
			Poids	Diamètre antéro-postérieur
I	30' R. mous	8 jours	0	0
II	45' —	16 —	Plus de $\frac{1}{8}$	Plus de $\frac{1}{13}$
III	45' —	25 —	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{31}$
IV	45' —	41 —	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{25}$
V	30' R. moyens	5 mois	Plus de $\frac{2}{3}$	Plus de $\frac{1}{3}$
VI	60' —	41 jours	Près de $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$
VII	5' R. durs	52 —	Près de $\frac{1}{3}$	$\frac{1}{12}$
VIII	15' —	52 —	Près de $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$
IX	30' —	41 —	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{9}$
X	60' —	43 —	$\frac{2}{3}$ (œil ex- posé directement).	$\frac{1}{9}$
			Entre l'œil exposé direc- tement et l'œil exposé in- directement, déjà diminué d'au moins $\frac{1}{10}$ dans son diamètre antéro-postérieur par rapport à un œil sain de même âge.	

On peut, comme on le voit, provoquer la microphthalmie avec des doses très minimales de rayons. Dans l'expérience VII, il a suffi d'une irradiation de 5 minutes pour constater, cinquante-deux jours après, une différence de près de $\frac{1}{3}$ en poids et de $\frac{1}{12^e}$ dans les diamètres antéro-postérieurs des globes sain et röntgenisé.

Avec des doses plus élevées, la période d'attente restant la même, la microphthalmie est plus considérable. C'est ainsi que dans l'expérience VIII, la période d'attente étant, comme dans le cas VII, de cinquante-deux jours, mais la durée d'irradiation ayant atteint 15 minutes, la microphthalmie était beaucoup plus nette (voir photo n° II), la différence de poids entre les deux globes était de près de $\frac{1}{2}$, et celle dans les diamètres antéro-postérieurs de $\frac{1}{6^e}$.

En augmentant encore la dose, on peut obtenir une microphthalmie plus marquée, avec une période d'attente moindre. Par exemple, dans l'expérience VI, bien que l'animal ait été sacrifié le quarante et unième jour, nous avons constaté une microphthalmie un peu plus accentuée que dans l'observation VIII précédemment citée (différence de près de $\frac{1}{2}$ en poids et de $\frac{1}{5^e}$ dans les mensurations des deux globes), mais l'exposition avait été de 60 minutes (rayons moyens) au lieu de 15 minutes (rayons durs).

Le maximum de la microphthalmie a coïncidé avec la période d'attente maxima. Dans ce cas (*exp. V*), la durée d'exposition n'avait été que de trente minutes (rayons moyens), mais l'animal n'avait été tué qu'à l'âge de cinq mois. Le chat X, lui, avait été exposé le double de temps, soit soixante minutes (rayons durs), mais conservé pendant une période trois fois moindre. Dans l'observation V, nous trouvons $\frac{2}{3}$ dans la différence des poids; dans l'observation V, plus de $\frac{2}{3}$. Dans l'observation X, les diamètres antéro-postérieurs des globes diffèrent de $\frac{1}{9}$; dans l'observation V, de plus de $\frac{1}{3}$.

Il ne faudrait pas croire que le degré de la microphthalmie soit exactement proportionnel à la dose employée. C'est ainsi que dans l'expérience III, avec quarante-cinq minutes d'irradiation (*comme dans l'exp. II*) la microphthalmie a été moins marquée

que dans ce dernier cas, malgré une période d'attente plus longue (vingt-cinq jours au lieu de seize). On retrouve ici des variations individuelles dues à une sensibilité plus ou moins grande aux rayons X suivant les sujets. MM. Bergonié et Tribondeau ont déjà signalé pareilles anomalies à propos de la röntgenisation du testicule, de l'ovaire et du foie.

Il est fort intéressant de remarquer qu'une quantité de rayons X, insuffisante pour provoquer la radiodermite et la chute des poils (cinq minutes de rayons durs) a pu dans l'expérience VII déterminer néanmoins l'atrésie palpébrale et la microphthalmie.

Nous attribuons la microphthalmie à des phénomènes d'hypobiose très comparables à ceux que Récamier et Tribondeau ont provoqués dans l'os en voie de développement. Pas plus dans le cas de l'œil que dans le cas du squelette, il n'y a, à proprement parler, arrêt de développement. L'œil continue à croître, mais très lentement. Dans l'expérience VIII, par exemple, le globe exposé possède au cinquante-deuxième jour un diamètre antéro-postérieur de $1/4$ plus grand que celui d'un œil normal vers le vingt-cinquième jour; il a donc évolué, mais moins que l'œil non irradié du même animal, dont le diamètre antéro-postérieur, si l'on prend le même terme de comparaison, a augmenté d'un tiers. Dans l'expérience VII, l'irradiation ayant été plus faible, l'accroissement du globe exposé a été moins ralenti; par rapport à un œil normal de vingt-cinq jours, il a été de près de $1/3$ dans le diamètre antéro-postérieur, alors que pour l'œil non irradié, il a été de plus du $1/3$.

Nous devons naturellement nous demander si, en attendant suffisamment après l'irradiation, l'œil reprendrait son activité évolutive normale, ou même si, tout en conservant une activité ralentie, il serait capable, à la longue, de rattraper le volume de son congénère.

Notre réponse à cette question est négative. En effet, au cinquante-deuxième jour, alors qu'un animal avait subi une irradiation minime de cinq minutes (*exp. III*), la différence entre les deux yeux avait toujours tendance à s'accroître. D'autre part, un chat, plus exposé il est vrai (*exp. V*,

trente minutes d'irradiation), fut étudié par nous jusqu'à l'âge de cinq mois révolus. Or, non seulement la microphthalmie a persisté, mais encore le globe a manifestement diminué de volume pendant les derniers mois. Il y a eu phtisie de l'œil, probablement provoquée par la cataracte et les altérations microscopiques sur lesquelles nous nous étendrons dans la suite de ce chapitre; si bien qu'à l'autopsie le diamètre antéro-postérieur de l'œil exposé était sensiblement le même que celui d'un chat dont les paupières se sont ouvertes depuis peu; le diamètre correspondant dans le globe non irradié était de $\frac{1}{3}$ plus grand. Pour nous, donc, la microphthalmie est définitive; elle peut s'atténuer pendant un certain temps, grâce à un développement ralenti de l'œil; mais elle s'aggrave ensuite par régression des milieux oculaires.

On remarquera que dans les considérations précédentes, nous nous basons sur des mensurations et pas sur des pesées. Nous l'avons fait à dessein, parce que les pesées donnent dans les cas observés pendant longtemps une idée exagérée de la microphthalmie. Les différences qu'elles accusent sont non seulement fonction des changements de volume du globe, mais aussi et davantage des transformations histologiques et chimiques des milieux de l'œil, surtout du cristallin. Ainsi, dans l'expérience V dont nous venons de parler, l'œil exposé est loin d'avoir le même poids que chez le chat sain, peu de temps après l'ouverture des paupières, alors qu'il en a à peu près le volume.

Retard dans la pigmentation normale de l'iris et de la membrane clignotante. — L'irradiation de l'œil du chat, pratiquée avant le neuvième jour, à un moment où l'iris n'a encore qu'une teinte grisâtre, entrave la transformation du pigment. La membrane a encore la même couleur ardoisée au moment de l'ouverture des paupières et peut la conserver pendant longtemps (quarante-cinq jours, expérience V). Puis, peu à peu, des teintes bleues, marron, jaune d'or, apparaissent; elles s'ordonnent exactement de la même façon que du côté sain, lequel possède toujours, dès le jour de la déhiscence palpébrale, sa coloration normale (*exp. IV, V, VII, VIII*).

Chez deux de nos animaux, nous avons remarqué que la membrane clignotante du côté exposé ne présentait pas encore au cinquante-deuxième jour — âge auquel ils furent sacrifiés — de liséré pigmentaire le long de son bord libre. La membrane clignotante non irradiée possédait, au contraire, un liséré noir très net. Le retard dans la pigmentation de cette partie a donc été plus marqué encore que celui de l'iris.

2° TROUBLES DANS LE DÉVELOPPEMENT MICROSCOPIQUE DE LA RÉTINE.

La rétine des jeunes animaux irradiés est le siège d'une curieuse malformation.

Quand on examine une coupe de l'œil, colorée à l'hématoxyline-éosine, à un faible grossissement, on est immédiatement frappé par une disposition anormale de la granuleuse externe dans sa partie antérieure. En arrière, dans les confins du nerf optique, cette couche a l'aspect d'un ruban à limites internes et externes parallèles; elle est criblée d'une multitude de points violets qui sont les noyaux des cellules nerveuses dites grains externes. En avant, vers l'ora serrata, la granuleuse externe prend un aspect festonné, godronné, et elle entraîne dans ses sinuosités la membrane de Jacob. On dirait que la couche granuleuse externe s'est trouvée serrée entre deux plans qui n'ont pas subi un accroissement proportionnel au sien : la coque fibro-vasculaire de l'œil en dehors; les couches profondes de la rétine, soutenues par le corps vitré, en dedans. Ainsi limitée, elle s'est repliée sur elle-même et les festons se sont entassés les uns contre les autres, comme ceux d'une bourse dont on tire les cordons. Il est naturel que la membrane de Jacob, unie à la granuleuse par des milliers de petits filets nerveux, ait suivi le mouvement.

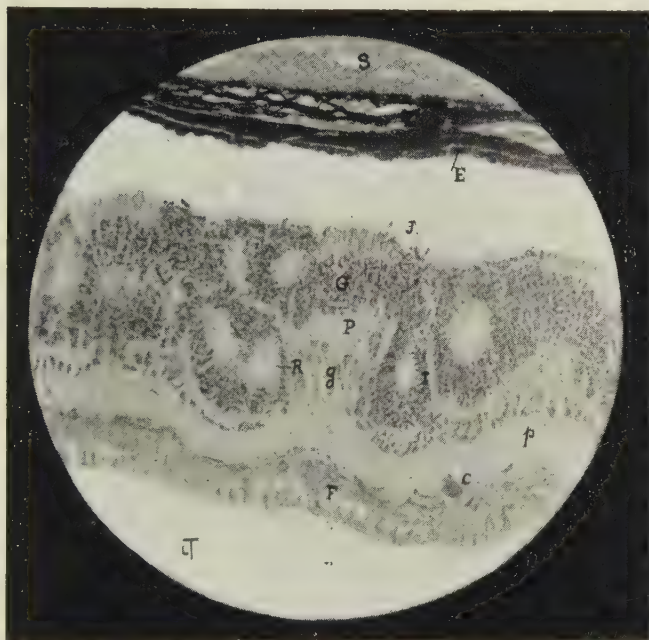
En étudiant comparativement nos yeux pathologiques, nous y trouverons des degrés différents de cette malformation rétinienne; et nous pouvons lui décrire trois phases.

Le début de la malformation (*exp. IX*) est caractérisé par un

aspect bourgeonnant de la granuleuse externe. Au lieu d'être limitée du côté interne par une courbe de grand rayon, concentrique à la coque fibreuse de l'œil, elle est découpée par une série d'encoches. Entre deux encoches successives, elle forme un petit bourgeon plein et ventru. Chacun de ces bourgeons semble véritablement pousser vers la plexiforme externe et la granuleuse interne; à leur niveau, en effet, ces deux couches sont très diminuées d'épaisseur; la plexiforme, comme aplatie, devient une simple ligne rose; la granuleuse interne n'a plus que de rares cellules. Par contre, dans l'intervalle des bourgeons, la plexiforme externe est plus nette et les grains internes forment des amas cunéiformes. Du côté périphérique, la couche granuleuse externe n'est presque pas modifiée. On y trouve des encoches rares et très petites qui correspondent à un bourgeon profond, plus particulièrement volumineux; la limitante externe s'infléchit pour les tapisser, provoquant un léger affaissement dans la palissade des bâtonnets (*exp. IX*).

A un deuxième degré, la granuleuse externe est en apparence tubulée (*exp. III, X*; œil indirectement exposé) grâce aux sinuosités très marquées des deux bords interne et externe de cette couche. Du côté externe, ce ne sont plus de rares et minimes encoches qu'on observe, mais de véritables sillons dans lesquels la membrane de Jacob plonge, en revêtant la paroi tel l'épithélium cilié qui tapisse la cavité d'une glande tubuleuse simple. Du côté interne, au lieu des petits bourgeons hémisphériques et sessiles du premier stade, de longues digitations correspondent aux sillons de la surface, qui s'enfoncent dans leur intérieur à la façon de lumières glandulaires. Dans l'intervalle de ces pseudo-tubes à paroi cellulaire épaisse, formée de grains externes, à cavité recouverte par la membrane striée de Jacob, se logent, comme elles peuvent, la couche plexiforme externe et les cellules de la granuleuse interne. La variabilité de l'orientation des pseudo-tubes par rapport à la direction du rasoir, fait que, en réalité, l'aspect est un peu plus compliqué qu'on ne se l'imaginerait par la lecture de la description schématisée qui précède. Un certain nombre de tubes seulement sont coupés suivant leur axe et

ont l'aspect typique. Les autres atteints obliquement par rapport à cet axe ne semblent posséder une lumière qu'au niveau de leur cul-de-sac, ou bien, au contraire, vers leur extrémité périphérique : dans le premier cas, ils se montrent comme de petites vésicules à paroi ciliée, reliées à sa surface



MICRO-PHOTOGRAPHIE N° II.

Malformation rétinienne des chats nouveau-nés irradiés, dans un point où la lésion est d'une intensité moyenne.

Multiplies invaginations (I) de la granuleuse externe (G) entraînant la membrane de Jacob (J) dans ses pseudo-tubes (I) et dans ses pseudo-utricles rappelant les rosettes de Wintersteiner (R). La plexiforme externe (P) et la granuleuse interne (g) sont refoulées par le bourgeonnement de la granuleuse externe. La plexiforme interne (p), la couche des cellules ganglionnaires (c), et celle des fibres nerveuses (F) sont à peine modifiées. E. épithélium pigmentaire. S. sclérotique.

par un pédicule cellulaire plein; dans le deuxième, on dirait de longs bourgeons cellulaires possédant du côté extérieur une courte lumière qui s'ouvre sous l'épithélium pigmentaire de la rétine.

A sa phase la plus avancée de malformation, la granuleuse

externe a une apparence de couche glanduleuse plus complexe (*exp.* IV, V, VI, VIII, X; du côté exposé directement), telle — toute question de composition cellulaire mise à part — que l'estomac dans sa région pylorique. Les invaginations de la granuleuse externe, plus développées, plus obliques et aussi plus sinueuses dans leur direction par rapport à leur point d'implantation, se distinguent dans les coupes sous forme de segments étagés sur deux, trois et même quatre rangs. Les segments les plus externes sont reliés à la surface, comme au stade précédent, soit par un goulot creux, soit par un pédicule cellulaire plein, uniquement constitué par les grains externes. Des trainées de ces mêmes cellules relient les segments profonds entre eux. Mais certains pourtant restent isolés d'avec les autres, noyés dans une substance plexiforme semée de cellules d'aspect bien particulier (grains externes). Ces formations spéciales rappellent absolument ce que Wintersteiner a décrit dans le gliome de la rétine sous le nom de « rosettes » ; elles sont, en effet, constituées par une couronne granuleuse (grains externes) limitant une cavité occupée par des filaments radiés (membrane de Jacob, micro-photo n° II).

La malformation rétinienne, que nous venons de décrire en détail, est d'autant plus accentuée qu'on se rapproche des procès ciliaires. Cependant, il y a une zone de lésions maxima située un peu en arrière de l'ora serrata, et qui correspond à l'endroit de la rétine situé le plus en avant, tout en conservant une épaisseur assez considérable; plus en avant, la membrane nerveuse s'amincit brusquement, et les invaginations de la granuleuse externe sont beaucoup plus petites.

La disposition godronnée de la granuleuse externe commence toujours au niveau de l'ora serrata, mais s'étend suivant les cas plus ou moins en arrière. En général, elle occupe plus de la moitié de la rétine. Elle s'étend souvent aux deux tiers antérieurs. Dans un cas (*exp.* X; œil directement exposé) la rétine entière était modifiée, mais beaucoup moins dans son tiers postérieur que dans ses deux tiers antérieurs.

La malformation de la rétine est constante à condition que l'exposition soit assez intense (cinq minutes rayons durs) et

la période d'attente suffisamment longue (plus de vingt-cinq jours). Nous la trouvons sept fois sur dix expériences ; dans les trois expériences négatives les conditions ci-dessus n'étaient pas remplies.

Le tableau ci-dessous résume nos observations sur ce sujet.

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES	DOSE DE RAYONS X	AGE	TROUBLE DANS LE DÉVELOPPEMENT DE LA RÉTINE
I	30' R. mous	8 jours	Aucun.
II	45' —	16 —	—
III	45' —	25 —	Tubulisation nette. Pas de rosettes.
IV	45' —	41 —	Tubulisation plus avancées. Rosettes.
V	30' R. moyens	5 mois	— — —
VI	60' —	41 jours	— — —
VII	5' R. durs	52 —	Aucun.
VIII	15' —	52 —	Tubulisation. Rosettes.
IX	30' —	41 —	Bourgeonnement.
X	60' —	48 —	Tubulisation. Pas de rosettes du côté indirectement exposé. — Tubulisation intense. Rosette du côté directement exposé.

On pourra constater que les altérations rétinienne pas plus que la microphthalmie ne sont toujours exactement proportionnelles à la dose employée. Des prédispositions individuelles interviennent encore ici.

3° DÉGÉNÉRESCENCE MACROSCOPIQUE ET MICROSCOPIQUE DU CRISTALLIN : CATARACTE EXPÉRIMENTALE.

La cataracte est une conséquence fatale de l'irradiation de l'œil du chat nouveau-né.

Dans un cas (*exp. I*) nous n'en avons pas trouvé trace, mais il convient de se rappeler que la période d'attente fut par trop insuffisante (animal tué à l'âge de huit jours).

Dans tous les autres cas, nous l'avons signalée à l'examen clinique presque toujours, à l'examen microscopique quand l'animal était sacrifié très jeune (animaux II et III tués au seizième et au vingt-cinquième jour).

La cataracte ne se manifeste guère à l'examen clinique ordinaire avant l'âge de trente-cinq jours. Or, à ce moment, les altérations de l'équateur de la lentille sont déjà très avancées. C'est ainsi que dans l'expérience VII, au trente-huitième jour, alors que la partie du cristallin visible à travers l'orifice pupillaire était transparente, à part deux stries blanchâtres, la partie rétro-irienne était complètement dégénérée. On pourrait déceler beaucoup plus tôt la cataracte, si l'on avait soin (comme nous avons eu, dans ce même cas, trop tardivement l'idée de le faire) de dilater largement la pupille par instillation d'un collyre à l'atropine assez fort (cinquante centigrammes pour dix cas). En effet, si les altérations microscopiques constatées au seizième jour dans l'observation II étaient encore trop minimes pour donner lieu à des modifications macroscopiques, il n'en était plus de même pour l'expérience III (mort au vingt-cinquième jour).

Le degré le plus léger de cataracte qu'il nous ait été donné d'observer fut constaté au cours de l'expérience VII (chat âgé de trente-huit jours). Chez cet animal, la portion pupillaire du cristallin était translucide, mais on distinguait deux stries blanchâtres, d'aspect granuleux, s'avancant en partie vers le centre de la lentille. Après instillation d'atropine, nous trouvions des altérations déjà avancées de cataracte, dissimulées sous l'iris, et consistant en une zone de petites vésicules faisant le tour complet du cristallin; cette zone, limitée en dedans par un contour polycyclique, était formée par une multitude de petites bulles claires, encerclées de noir. Plus tard, le cristallin tout entier fut cataracté et prit une teinte laiteuse de plus en plus foncée. Dans toutes nos observations, le cristallin était déjà envahi dans toute sa masse quand nous nous sommes aperçu de l'existence de la cataracte. Dans le champ pupillaire, le cristallin apparaissait d'abord comme couvert d'une buée (*exp. IV*); puis la teinte devenait laiteuse, mais non d'une façon homogène; la masse cristallinienne semblait contenir de nombreux flocons blancs en suspension dans un liquide opalescent.

Dans l'expérience V, nous avons vu la forme de l'iris et de

la chambre antérieure commencer à se modifier dès la fin du deuxième mois. Le diaphragme irien devint peu à peu concave en avant, et, par suite, la chambre antérieure prit une forme biconvexe et s'approfondit. Ces phénomènes étaient dus à l'atrophie du cristallin et à celle concomitante du corps vitré; le voile irien était attiré vers le fond de l'œil.

Les mensurations des deux principaux diamètres, antéro-postérieur et vertical, des cristallins de nos animaux ont été prises et mentionnées dans la relation des diverses expériences. Qu'on prenne n'importe laquelle de ces observations (à l'exception, bien entendu, de l'expérience I, pour les raisons déjà dites), on trouvera toujours une différence entre les dimensions des cristallins exposés et non irradiés. L'atrophie cristallinienne est donc constante. Elle peut, si l'on attend assez longtemps, devenir énorme : le cristallin exposé du chat V était à peu près moitié moins volumineux que le cristallin sain.

Les premières altérations microscopiques constatables dans le cristallin cataracté sont fort intéressantes parce qu'elles nous renseignent sur la pathogénie de la cataracte röntgénienne.

Tout à fait au début, les seules lésions importantes se produisent aux dépens de l'épithélium cristallinien (*exp. II*). Les cellules épithéliales s'aplatissent, ainsi que les noyaux qu'elles contiennent; elles se détruisent et disparaissent par places, de sorte que la rangée épithéliale est interrompue. Les brèches sont d'autant plus nombreuses et larges dans cette bordure cellulaire qu'on s'éloigne davantage de la région pupillaire de la face antérieure du cristallin pour s'approcher de la zone équatoriale; dans l'expérience III, on compte sur une coupe, d'un seul côté de la lentille, six larges interruptions successives ayant de 85 à 171 μ ; ailleurs les intervalles sont plus étroits et se mesurent par une, deux, ou quelques cellules sautées (dessin à la chambre claire n° II, p. 29).

Les lésions cellulaires se retrouvent dans tous les yeux exposés. Elles sont parfaitement suffisantes pour expliquer

la production de la cataracte. La vitalité des fibres cristalliniennes est en effet subordonnée à celle des cellules épithéliales dont elles dérivent; les cellules détruites, les fibres dégèrent.

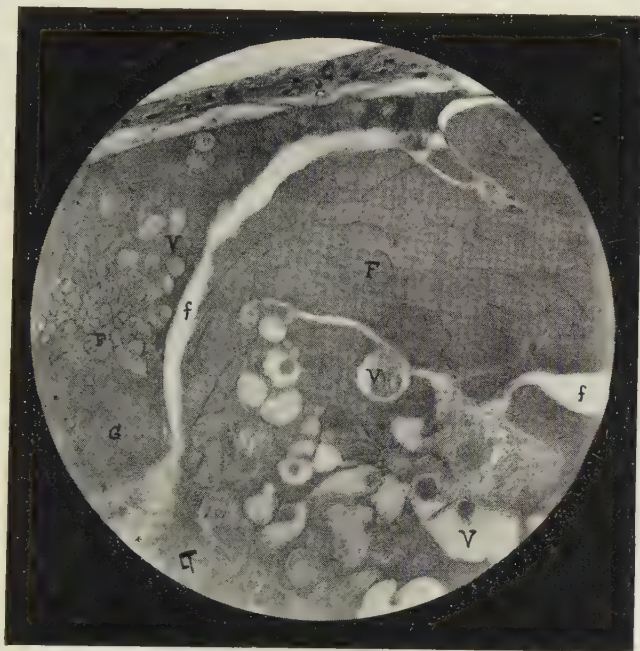
Nous avons également noté des altérations des noyaux plongeants, situés ceux-ci en pleines fibres. Ils deviennent globuleux, puis se détruisent par picnose.

Après une durée assez longue de l'expérience, les cellules épithéliales de la face antérieure du cristallin subissent des modifications plus accentuées; au lieu de former une seule assise de cellules plates, elles se disposent sur deux ou trois et même quatre rangées parallèles à la surface (*exp. V, VII*). En un point, cette couche cellulaire présentait, dans le cas V, un épaissement brusque, véritable nodule de cataracte corticale renfermant en son centre dix-huit assises cellulaires, et mesurant 280 μ de long sur 80 μ d'épaisseur.

L'épithélium, ainsi devenu plat et stratifié, peut encore se compliquer par l'apparition entre les couches cellulaires de lamelles conjonctives à direction générale parallèle à la surface de la lentille, mais fréquemment anastomosées les unes avec les autres. La couche qui en résulte rappelle beaucoup la substance propre de la cornée (*exp. VIII*). Dans l'observation X, cette couche lamelleuse sous-capsulaire atteint 70 μ et même 100 μ , et l'on peut alors y compter de six à quinze lames superposées, dans les intervalles desquelles se logent des cellules très longues et très plates. Il existait dans les deux yeux (exposé directement et exposé indirectement) de ce même sujet un nodule de cataracte corticale, différant de celui de l'expérience V par l'existence de lamelles conjonctives séparant les cellules (œil indirectement exposé : nodule de 190 μ sur 130 μ) ou formant une coque lamelleuse dans laquelle est logé un bourgeon cellulaire (œil directement exposé : nodule de 218 μ sur 62 μ . — Micro-photo n° I, p. 45).

En résumé, les rayons X déterminent dans l'épithélium cristallinien : 1° l'apparition de brèches (zone équatoriale); 2° l'aplatissement et la stratification des cellules; la transformation de l'épithélium en couche lamelleuse; la production de noyaux de cataracte corticale (zone médiane).

La dégénérescence des fibres du cristallin commence toujours dans la région équatoriale de la lentille, seule modifiée au début (*exp. II, III*). De là, les lésions se propagent en surface au reste du cristallin; le cœur même de celui-ci n'est



MICRO-PHOTOGRAPHIE N° III.

Cataracte röntgénienne.

Le cristallin est limité par une sorte de coque épaisse (C), résultant de l'accrolement à la capsule d'un épithélium cristallinien transformé en une couche stratifiée dont on distingue seulement les noyaux aplatis. Mêlées aux cellules, existent quelques lamelles anastomosées, parallèles à la surface; on ne les voit bien que dans l'intervalle séparant la coque du corps de la lentille.

Les fibres cristalliniennes (F) sont énormes et variqueuses à droite, claires et en train de subir la dégénérescence vacuolaire à gauche. Les vacuoles (V) sont par endroits très volumineuses. Leur contenu est tantôt incolore, tantôt granuleux, tantôt formé par un bloc arrondi, densifié. En G, placard granuleux où les fibres ont disparu; en f, fentes dues à l'inclusion.

atteint qu'en dernier lieu. Dans toutes nos expériences où le cristallin est altéré en totalité (*exp. IV à X*), on constate toujours que dans la région équatoriale, ses lésions sont beaucoup plus avancées.

Le processus de cette dégénérescence est le suivant (*exp. II*

à X, et plus particulièrement les exp. II, III, IV, V, VII): Les fibres cristalliniennes se renflent considérablement, deviennent variqueuses; leur contenu moins coloré par l'éosine se désagrège bientôt en une fine poussière; leurs bords jadis finement denticulés se transforment en lignes irrégulièrement sinueuses. D'autres fois les fibres se condensent en un bloc fortement coloré qui s'isole d'avec la substance cristallinienne environnante par apparition d'une auréole blanche; ce bloc, dans lequel les fibres sont confondues, se concentre ensuite de plus en plus. Finalement, à la place des fibres, on voit, soit de larges placards granuleux, soit des cavités arrondies de volumes très divers souvent énormes. Ces cavités paraissent sur les coupes, ou bien absolument vides, ou bien jonchées de précipités granuleux; elles peuvent enfin contenir de petites masses arrondies, très éosinophiles (micro-photo n° III).

Ce sont les vacuoles de la zone équatoriale qui, dans l'expérience VII, ont donné à cette région de l'œil exposé l'aspect bien particulier que nous avons observé à l'ophtalmoscope, après atropinisation.

A mesure que la masse des fibres dégénère et se vacuolise, le cristallin s'atrophie. Il conserve longtemps sa forme régulière, mais à la longue (exp. V) il devient bosselé au centre, aplati à l'équateur.

Bien que son contenu diminue de volume, la lentille n'en reste pas moins solidement fixée par la zonule de Zinn; il en résulte que dans sa région équatoriale complètement liquéfiée les deux cristalloïdes entrent en contact, lui formant sur la coupe comme deux ailerons membraneux (exp. V).

Quant à la capsule cristallinienne, elle reste souvent intacte et n'est jamais que légèrement épaissie (exp. III, IV, VIII, X), mais il faut avoir soin de l'examiner à un fort grossissement pour ne pas la confondre avec la couche lamelleuse sous-jacente (exp. V). La cataracte a déterminé la cécité, mais le réflexe lumineux de l'iris a toujours été conservé.

4^o DÉGÉNÉRESCENCE MACROSCOPIQUE ET MICROSCOPIQUE
DE L'HUMEUR VITRÉE.

Nous n'avons constaté nettement qu'une fois un trouble du corps vitré (*exp. VII*). A ce moment, la cataracte n'avait pas encore envahi le centre du cristallin; à l'ophtalmoscope, le vitré apparaissait nuageux et la papille semblait floue. Il est possible que cette altération soit constante, mais alors elle serait postérieure le plus souvent à la cataracte et par suite on ne pourrait la voir.

L'examen histologique révèle parfois une apparence fibrillaire de l'humeur vitrée beaucoup plus facile à mettre en évidence et bien plus marquée que normalement (*exp. III, VII, X*). Nous avons aussi noté l'épaississement de la membrane hyaloïde (*exp. III, X*).

CHAPITRE V

CONSIDÉRATIONS DIVERSES BASÉES SUR NOS EXPÉRIENCES

§ I

CONSIDÉRATIONS RELATIVES A LA SENSIBILITÉ DIFFÉRENTE DE L'ŒIL AUX RAYONS X SUIVANT L'ÂGE DES ANIMAUX

Si nous comparons les résultats de nos expériences à ceux des auteurs qui se sont occupés de l'action des radiations sur l'œil adulte, en particulier à ceux de Birsch-Hirschfeld, nous observons des différences très grandes. Certains ne surprendront personne. Il n'y a rien d'étonnant, par exemple, à ce que, chez l'adulte, on n'ait produit ni microphthalmie, ni malformations rétiniennes, puisque l'œil exposé avait terminé son évolution. Par contre, pourquoi nos chats nouveau-nés ont-ils de la cataracte, alors que les lapins adultes de Birsch-Hirschfeld n'en sont jamais atteints ?

C'est que, pour nous, la cataracte est attribuable à une influence directe sur l'épithélium du cristallin. Chez le nouveau-né, cet épithélium est encore en pleine activité évolutive ; chez le lapin adulte, au contraire, la lentille cristallinienne a

acquis son volume définitif, et les cellules épithéliales se sont fixées dans des fonctions d'ordre purement nutritif; et par cela même, elles sont moins sensibles aux rayons X.

Ainsi se trouve confirmée, une fois de plus, la loi que MM. Bergonié et Tribondeau ont énoncée en décembre 1906, dans une communication à l'Académie des Sciences.

« Les rayons X, disent-ils, agissent avec d'autant plus d'intensité sur les cellules que l'activité reproductrice de ces cellules est plus grande, que leur devenir karyokinétique est plus long, que leur morphologie et leurs fonctions sont moins définitivement fixées. »

La série déjà longue des expériences réalisées dans le laboratoire de M. le Prof. Bergonié sur les organes normaux (testicule, ovaire, squelette, foie, etc.) a toujours conduit aux mêmes conclusions.

La topographie spéciale des lésions cellulaires du cristallin vient encore à l'appui de nos dires. La destruction des cellules est, en effet, la plus marquée; les brèches de la bordure épithéliale sont les plus larges au niveau de l'équateur de l'œil, à un endroit où les cellules travaillent plus activement à l'édification de la lentille oculaire.

Ne voyons-nous pas les rayons X exercer leur action jusque sur la coque conjonctive de l'œil et produire la microphthalmie en ralentissant son développement, alors que chez l'adulte, le tissu fibreux réagit si peu à l'irradiation?

Ne notons-nous pas, enfin, une affinité spéciale des rayons pour les épithéliums (cutané, conjonctival, cornéen), et cela encore, certainement parce que ces revêtements sont en perpétuelle activité reproductrice et edificatrice? Dans le même œil, au contraire, les humeurs aqueuse et vitrée, les éléments cellulaires et les fibres de la rétine ne sont-ils pas ménagés?

§ II

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ACTION
DES RAYONS X SUR L'OEIL SUIVANT LEUR DOSE,
LEUR DEGRÉ RADIOCHROMOMÉTRIQUE
ET LA DURÉE DE L'OBSERVATION

Comme on le conçoit sans peine, les lésions sont d'autant plus intenses et plus rapides que la quantité des radiations employées a été plus grande; cela est surtout vrai pour la conjonctivite, la kératite. Il semblerait, au contraire, d'après une étude superficielle de nos expériences, que la cataracte se soit manifestée beaucoup plus nettement dans certains yeux moins exposés que d'autres moins atteints. Cette apparente anomalie est due à une différence dans la période d'observation; les altérations les plus profondes ont été constatées après le laps de temps le plus long. Il s'agit, en effet, dans la cataracte d'une dégénérescence des fibres cristalliniennes consécutives à l'altération des cellules de l'épithélium cristallinien; or, cet épithélium est extrêmement sensible aux rayons X; quelques minutes d'irradiation suffisent pour agir fortement sur son activité et même sur sa vitalité. S'il est frappé très brutalement par une dose massive, les lésions de cataracte se produiront évidemment un peu plus tôt; avec une faible dose, les lésions seront un peu moins rapides, mais, si l'on attend plus longtemps, on finira par observer une destruction plus complète des fibres.

Ainsi, on peut s'expliquer : qu'avec des doses égales de rayons identiques, le cristallin de l'animal IV soit plus altéré que celui du chat III (vingt-cinq jours d'attente pour III, quarante et un jours pour IV); qu'avec des doses fortes de rayons identiques, le cristallin du chat V soit plus malade que celui du chat VI (chat V, trente minutes d'exposition, mais cinq mois

d'âge; chat VI, soixante minutes d'exposition, mais quarante et un jours seulement d'âge). Nous pourrions citer d'autres exemples, mais ceux-ci sont suffisamment démonstratifs.

On remarquera que nous avons obtenu les mêmes altérations inflammatoires (épithéliums tégumentaires), malformatrices (microphthalmie et rétine) et dégénératives (cristallin) avec des rayons de différents numéros radiochromométriques, classés par nous en trois groupes (mous, moyens et durs). Il faut conclure qu'on ne peut jamais être sûr de n'employer qu'une variété de rayons, surtout si les séances sont nombreuses et prolongées; rayons pénétrants et de faible pénétration ne sont pas pratiquement complètement dissociables.

Toutefois, on peut dire d'une façon très générale que l'inflammation des plans superficiels (paupière, conjonctive et cornée) est surtout intense avec des rayons peu pénétrants, tandis que les lésions des plans profonds (cristallin, rétine) sont plus rapides avec des rayons durs.

•

§ III

CONSIDÉRATIONS
RELATIVES A LA VALEUR PATHOGNOMONIQUE
ET A LA
NATURE DES ROSETTES DE WINTERSTEINER

Les rayons X ont provoqué dans l'œil en voie de développement une malformation microscopique de la rétine sur laquelle nous avons suffisamment insisté dans le chapitre IV. Qu'il nous suffise de rappeler que, dans les cas où cette malformation est très accentuée, on trouve dans l'épaisseur de la membrane nerveuse de petites vésicules isolées, entourées par un anneau de grains externes et tapissées par la membrane striée de Jacob.

Ces vésicules sont identiques par leur structure à celles que Wintersteiner a décrites dans le gliome de la rétine sous le nom de « rosettes » et considérées comme constantes et pathognomoniques de ce gliome.

MM. Tribondeau et Récamier s'étaient demandé, après la découverte de ces formations, si les rayons X n'avaient pas provoqué dans la rétine de leur jeune chat un gliome rétinien encore au début de son développement quand ils sacrifièrent leur animal. L'observation n'avait rien d'invraisemblable puisque nombreuses sont les observations de néoplasmes cutanés déterminés par les radiations de Röntgen.

S'il s'était agi véritablement d'un gliome, la tumeur se serait accrue rapidement. C'est pour résoudre ce problème que nous avons conservé pendant cinq mois le chat de notre expérience V. Or, après cette longue période d'attente, la malformation n'était pas davantage accentuée et il n'y avait pas trace de néoplasme.

La conclusion s'impose : la malformation rétinienne observée par MM. Tribondeau et Récamier n'est pas un commencement de gliome.

Mais, alors, on peut trouver ailleurs que dans le gliome les rosettes de Wintersteiner?

Oui, et de ce fait leur valeur pathognomonique est relativement restreinte. De ce que, dans une tumeur, reconnue à d'autres caractères comme étant du gliome, on trouve des rosettes, on peut toujours conclure que l'on a affaire à un gliome de la rétine ; mais du fait que, dans une pièce provenant de l'œil, on découvre des rosettes, on ne peut pas déduire qu'on est en présence d'un gliome rétinien.

Pour nous, la malformation rétinienne est fonction de la microphthalmie, qu'elle accompagne presque toujours.

Un important appui est donné à notre façon de voir par les observations que M. le Dr Lafon, chef de clinique ophtalmologique à la Faculté de Bordeaux, a faites dans un cas de microphthalmie humaine. M. Lafon nous avait fait part de ses recherches, avant nos communications à la Réunion biologique de Bordeaux, ce qui nous avait permis dès cette époque de citer son opinion. Depuis, il a fait paraître, dans les *Archives d'ophtalmologie*, un travail complet dans lequel il montre la présence de rosettes de Wintersteiner dans la rétine d'un nouveau-né microphthalmie, et, se basant sur nos expériences, en fait une conséquence de la microphthalmie elle-même. « La rétine, continuant à se développer dans une coque oculaire trop petite, n'a pas tardé à être gênée et a été obligée de s'invaginer. »

La nature des rosettes est bien telle que l'a pensé Wintersteiner ; ce sont des diverticules des couches externes de la rétine. Nos expériences éclairent d'ailleurs d'une façon complète leur mode de formation.

§ IV

CONSIDÉRATIONS RELATIVES A L'EMPLOI MÉDICAL
DES RAYONS X CHEZ L'ENFANT.

Nous nous gardons de vouloir conclure du chat à l'homme. Mais il nous est permis de supposer que des rayons si nocifs pour le jeune animal peuvent n'être pas sans dangers pour l'enfant.

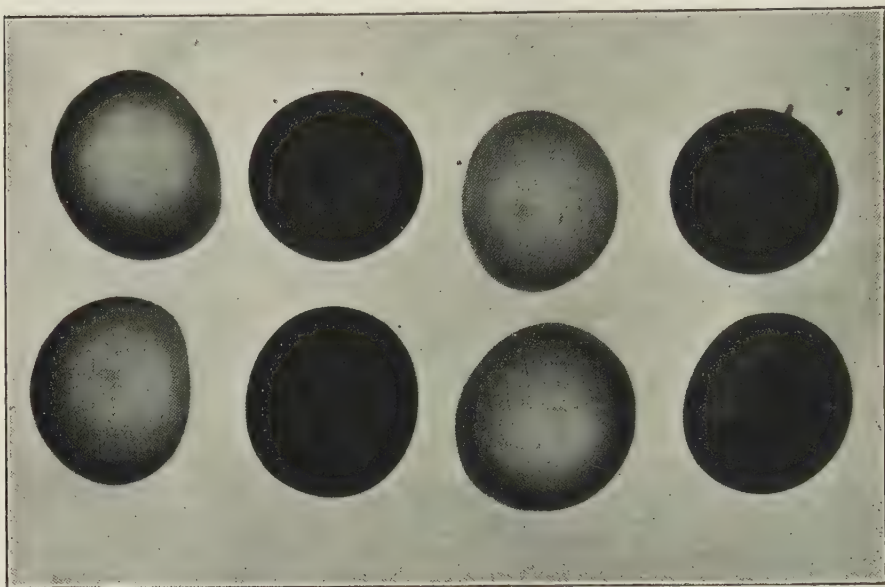
L'œil de l'enfant est, il est vrai, beaucoup mieux développé à la naissance que ne l'est l'œil du chat nouveau-né. Jusqu'au moment de l'ouverture des paupières, ce dernier possède, comme nous l'avons vu dans le chapitre II, des parties (la membrane de Jacob) qui sont rudimentaires ou tout au moins inachevées. L'organe visuel de l'enfant est au contraire complet et prêt à fonctionner.

Cependant l'œil de l'enfant naissant, s'il possède dès le premier jour son aspect et sa structure définitifs, n'en a pas moins un volume et un poids inférieurs à ceux de l'adulte. D'après le *Traité d'anatomie humaine* de Poirier, les dimensions du globe sont, dans ce cas, les deux tiers de celles de l'adulte, et le poids un tiers du poids définitif. L'augmentation de poids et de volume se ferait surtout avant la quatrième année. C'est pendant cette période d'activité que, vu la loi générale rappelée dans le § 1^{er} de ce chapitre, les radiations ont le plus de chances d'altérer l'œil, en enrayant son développement, et en déterminant la cataracte.

Bien que les applications de la radiothérapie à la région oculaire se soient considérablement multipliées au cours de ces dernières années, nous n'avons trouvé nulle part mention d'applications faites à l'enfant très jeune. On peut néanmoins prévoir que certaines affections de cette région seront justi-

ciables des rayons X. Dès lors, il n'est pas inutile de mettre les praticiens en garde contre des accidents possibles qui seraient désastreux.

Il y a lieu de distinguer deux cas : ou bien les affections



RADIOGRAPHIE n° I.

traitées par les radiations de Röntgen seront dans le voisinage de l'œil, ou bien elles auront pour siège le globe de l'œil lui-même.

Dans la première hypothèse, on devra toujours s'arranger de façon à empêcher les rayons d'arriver jusqu'au globe.

La chose, facile à réaliser avec une simple lame de plomb quand l'affection ne siège pas immédiatement en face de l'œil, devient plus malaisée quand il s'agit des paupières.

La protection de l'œil est alors pratiquée souvent avec une instrumentation de fortune; on utilise dans ce but les plaques ou les pinces destinées aux opérations sur les paupières. Le maintien difficile de ces plaques, la pression douloureuse des pinces, leur application défectueuse aux angles palpébraux

sont autant d'inconvénients sérieux qui ont amené les électrothérapeutes à imaginer des appareils spéciaux plus commodes. Les plus employés sont, d'une part, les coques en émail de Paris préconisées par les D^{rs} Van Duyse et de Nobele, et fabriquées par la maison Müller; d'autre part, les cupules en maillechort de la maison Luër, que recommande le Dr Bettremieux. Les coques de Nobele ont l'avantage d'être légères et d'une introduction facile sous les paupières. Les cupules de Luër sont plus lourdes, mais moins fragiles; elles sont facilement mises en place et aussi aisément extraites grâce à un petit téton placé sur leur face convexe. Les expériences de Bettremieux, dont nous reproduisons ci-contre une radiographie après 5 minutes de pose, semblent de plus démontrer qu'elles sont, moins que les coques, perméables aux rayons X.

Dans la deuxième hypothèse, on devra se demander si la cure de la lésion vaut le sacrifice de la vision; le cas peut être envisagé pour le gliome rétinien par exemple. Si la réponse est négative, nous sommes d'avis que, jusqu'à plus ample informé, on ait recours à des moyens curatifs autres que les rayons X.

CONCLUSIONS

Les rayons X déterminent dans l'œil du chat nouveau-né deux sortes de lésions :

1° Des lésions communes à l'animal jeune et à l'animal adulte (radiodermite, conjonctivite, kératite, trouble de l'humeur aqueuse) ;

2° Des lésions propres à l'animal jeune : atrésie de la fente palpébrale, microphthalmie, retard dans la pigmentation normale de l'iris et de la membrane clignotante, malformation spéciale de la rétine, cataracte, modifications de l'humeur vitrée.

Les plus intéressantes et les plus importantes de ces altérations sont la microphthalmie, la malformation rétinienne et la cataracte.

Des doses minimales de radiations suffisent pour les produire.

La microphthalmie est due à une action frénatrice exercée par les rayons sur le développement de la coque oculaire, à une sorte d'hypobiose des tissus. Cette lésion paraît définitive.

La malformation rétinienne consiste en un plissement de la granuleuse externe et de la membrane de Jacob dans leur partie externe qui donne lieu sur les coupes à un aspect tubulaire et à l'apparition de formations microscopiques semblables aux rosettes de Wintersteiner. Il semble qu'elle soit simplement fonction de la microphthalmie. Elle ne dégénère pas en néoplasme, et par suite les « rosettes » n'ont pas toujours la valeur pathognomonique qu'on leur accorde généralement.

La cataracte est consécutive à l'altération de l'épithélium cristallinien, frappé pour ainsi dire électivement par les rayons. Elle entraîne la cécité.

Il y a lieu de se montrer prudent dans la radiothérapie de la région oculaire chez le jeune enfant.

VU, BON A IMPRIMER :

Le Président,

BERGONIÉ.

VU :

Le Doyen,

A. PITRES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 4 décembre 1907.

Le Recteur de l'Académie,

R. THAMIN.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

J. BERGONIÉ. — De l'indication permanente du degré radiochromométrique du faisceau émanant d'un tube de Crookes par le voltmètre électrostatique (*Archives d'électricité médicale de Bordeaux*, 25 fév. 1907).

J. BERGONIÉ et L. TRIBONDEAU. — Expériences sur le sperme de l'homme (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, 17 déc. 1904).

J. BERGONIÉ et L. TRIBONDEAU. — Action des rayons X sur le testicule du rat blanc (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, nov. 1904, p. 400, 592, 595, et fév. 1905, p. 154, 155, 282).

J. BERGONIÉ et L. TRIBONDEAU. — Action des rayons X sur le testicule du rat blanc (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, avril 1905, p. 678; juin 1905, p. 1029).

J. BERGONIÉ et L. TRIBONDEAU. — Action des rayons X sur le testicule du rat blanc (*Archives d'électricité médicale*, 1906, p. 779, 823, 874).

J. BERGONIÉ et L. TRIBONDEAU. — Interprétation de quelques résultats de la radiothérapie et essai de fixation d'une technique rationnelle (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 10 déc. 1906).

BETREMIEUX. — Protection du globe oculaire (*Arch. d'élect. méd. de Bordeaux*, 10 juillet 1906).

BIRSCH-HIRSCHFELD. — De l'action des rayons de Röntgen et du radium sur l'œil (*Arch. für Ophthalmologie*, B. L., 1904).

DE NABIAS. — Nouvelle méthode au chlorure d'or pour la coloration du système nerveux (Réunion biologique de Bordeaux; *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 2 mars 1904).

DUBREUIL. — Le Picro-bleu (*Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*; congrès de Toulouse, 1904, p. 62).

HUDELLET. — Action des rayons X sur le foie (*Thèse de Bordeaux*, 1906-1907).

Ch. LAFON. — Un cas de microphthalmie double (*Arch. d'ophtal.*, août 1907).

LAGRANGE. — Gliome (in *Traité des tumeurs de l'œil*, t. I, 1901).

RABL-REGAUD. — La structure des tubes séminifères et la spermatogénèse chez les mammifères (Technique) (*Arch. d'anat. microscop.*, t. IV, 1901, p. 109).

RÉCAMIER. — Action des rayons X sur le développement de l'os (*Thèse de Bordeaux*, 1905-1906).

SABRAZÈS et LETESSIER. — Nouveau procédé de coloration des cellules de la névroglie (*Gaz. hebd. des Sc. méd. de Bordeaux*, 1905).

L. TRIBONDEAU. — Réaction de l'iris à la lumière, électricité et agents médicamenteux chez les chats nouveau-nés (Réunion biologique de Bordeaux. *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 1^{er} juillet 1902).

L. TRIBONDEAU. — Membrane de Jacob de la rétine du chat nouveau-né (Réunion biologique de Bordeaux. *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 11 nov. 1902).

L. TRIBONDEAU et RÉCAMIER. — Altérations du squelette facial et des yeux d'un chat nouveau-né par röntgenisation (Réunion biologique de Bordeaux. *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 17 juin 1905).

L. TRIBONDEAU. — Expériences sur le rat blanc (*Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, avril 1906).

L. TRIBONDEAU et G. BELLEY. — Cataracte expérimentale obtenue par röntgenisation de l'œil d'animaux nouveau-nés (Réunion biologique de Bordeaux. *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 19 juillet 1907, p. 126).

L. TRIBONDEAU et G. BELLEY. — Microphthalmie et modifications concomitantes de la rétine par röntgenisation de l'œil d'animaux nouveau-nés (Réunion biologique de Bordeaux. *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 19 juillet 1907, p. 128).

VAN DUYSE et DE NOBELE. — Protection de l'œil dans le traitement radiothérapique des parties voisines de cet organe (*Arch. d'élect. médic. de Bordeaux*, 25 nov. 1905).

WINTERSTEINER. — Das neuro epithelioma retinae, 1897.



Bordeaux. — Impr. G. GOUNOUILLHOU, rue Guiraud, 9-11.

